

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ  
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ  
ÚSTAV AUTOMOBILNÍHO A DOPRAVNÍHO INŽENÝRSTVÍ

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING  
INSTITUTE OF AUTOMOTIVE ENGINEERING

# KONSTRUKČNÍ VARIANTY ULOŽENÍ KABINY TRAKTORU

MECHANICAL DESIGN SUPPORT OF TRACTOR'S CABIN

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE  
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE  
AUTHOR

ALEŠ PROKOP

VEDOUcí PRÁCE  
SUPERVISOR

Ing. RICHARD AMBRÓZ

BRNO 2008



Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství

Ústav automobilního a dopravního inženýrství

Akademický rok: 2007/08

## **ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE**

student(ka): Prokop Aleš

který/která studuje v **bakalářském studijním programu**

obor: **Strojní inženýrství (2301R016)**

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma bakalářské práce:

### **Konstrukční varianty uložení kabiny traktoru**

v anglickém jazyce:

### **Mechanical design support of tractor's cabin**

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Práce bude zaměřena na zpracování přehledu v současnosti používaných způsobů uchycení kabiny traktoru.

Cíle bakalářské práce:

Cílem bakalářské práce je vypracování rešerše v oblasti konstrukčního řešení uchycení kabiny traktoru.

Bakalářská práce musí obsahovat:

1. Přehled v současnosti používaných uchycení kabiny traktorů.
2. Porovnání jednotlivých řešení z hlediska vplyvu na přenos vibrací na obsluhu, ceny a životnosti.
3. Rámcový návrh uložení kabiny traktoru o výkone 90 - 130k s bezrámovým podvozkem.

Seznam odborné literatury:

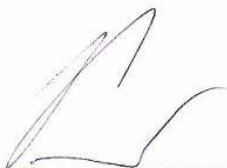
1. Elektronické zdroje: databáze ACM Digital Library, Kluwer - journals, Knovel, Science Direct, SpringerLink
2. BAUER, František a kolektiv. Traktory. Proff press, s.r.o., Praha, 2006  
ISBN 80-86726-15-0

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Richard Ambróz

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2007/08.

V Brně, dne 30.10.2007

L.S.



prof. Ing. Václav Píštěk, DrSc.  
Ředitel ústavu



doc. RNDr. Miroslav Doupovec, CSc.  
Děkan fakulty

## **Anotace**

Tato bakalářská práce se zabývá konstrukčním řešením odpružení kabin traktorů. Jsou zde zahrnuty jednotlivé varianty odpružení a tlumení kabin traktorů, prodáváných na území České republiky. Rozdělení je provedeno podle pružících členů, které se v daných koncepcích vyskytují. Součástí je i vlastní konstrukční návrh řešení zavěšení pomocí mechanických tlumičů.

## **Annotation**

This Bachelor's thesis deals with the mechanical design support of tractor's cabin. This work includes detailed versions of support and absorption of tractor's cabin that are sold in the Czech Republic. The distribution is made in accordance with elements that appear in given concepts. This work contains solution of self construction concept of the placing with the help of mechanic dumper.

## **Klíčová slova**

Odpružení kabiny, teleskopický tlumič, vinutá pružina, hydraulický píst, silentblok, vzduchový měch.

## **Key words**

Suspension of cab, telescopic dumper, spiral spring, hydraulic piston, silentblock, pneumatic bag.

## **Bibliografická citace**

PROKOP, A. *Konstrukční varianty uložení kabiny traktoru*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2008. 49 s. Vedoucí bakalářské práce Ing. Richard Ambróz.



### **Čestné prohlášení**

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracoval samostatně, pod vedením vedoucího bakalářské práce pana Ing. Richarda Ambróze a s použitím uvedené literatury.

V Brně dne 23. května 2008

.....  
Aleš Prokop





## **Poděkování**

Za podporu, obětavou pomoc, cenné připomínky a rady při zpracování bakalářské práce tímto děkuji vedoucímu bakalářské práce panu Ing. Richardu Ambrózovi. Dále pak za poskytnutí informací panu Ing. Davidu Kollhammerovi, Ph.D., Františku Horkému, Josefu Havlíčkovi, Ing. Ottu Jirkovi, Ing. Pavlu Novákovi a Ing. Martinu Němcovi.



## Obsah

Úvod .....	8
1. Pohled do historie .....	9
2. Hluk v kabinách .....	10
2.1. Způsoby snížení hluku v jednotlivých částech kabiny .....	10
3. Traktory bez odpružení .....	11
3.1. Popis .....	11
4. Odpružení mechanické .....	14
4.1. Popis .....	14
4.2. Case, New Holland a Steyr .....	15
4.3. Valtra .....	19
4.4. Fendt .....	21
4.5. Deutz-Fahr, Same a Lamborghini .....	22
4.6. Claas .....	24
5. Odpružení pneumatické .....	26
5.1. Popis .....	26
5.2. Fendt .....	26
5.3. Valtra .....	29
5.4. Deutz-Fahr, Same a Lamborghini .....	30
5.5. Massey Ferguson .....	33
5.6. Claas .....	35
6. Odpružení hydraulické .....	38
6.1. Popis .....	38
6.2. John Deere .....	38
7. Vlastní návrh odpružení kabiny traktoru .....	41
7.1. Původní zavěšení kabiny .....	41
7.2. Vlastní návrh zavěšení kabiny .....	43
Závěr .....	45
Seznam použitých zdrojů .....	47
Seznam příloh .....	49

## Úvod

Traktory tvoří důležitou složku v mechanizaci zemědělství. „Zabezpečují jednotlivé agrotechnické operace rostlinné výroby a také mají svoje opodstatněné místo v dopravě“ [1]. Požadavky na výkonnost, přesnost, spolehlivost a stupeň automatizace se zvyšují a zároveň s nimi rostou i nároky na komfort, pohodlí a v neposlední řadě i bezpečí pracovníků, kteří traktory obsluhují. Tyto nezbytnosti jsou rámcově zahrnuty v konstrukčním celku, nesoucím název kabina traktoru.

Kabinu považujeme za koordinační a řídicí centrum pracovního stroje. Je známo, že u prvních, dnes již historických exemplářů traktorů ono řídicí a zároveň ochranné centrum chybělo. Až postupem času byly vzneseny požadavky na ochranu před nepříznivými povětrnostními vlivy a na otázku bezpečí traktoristy. V dnešní koncepci kabin jsou tyto dva faktory doplněny o rysy ergonomického uspořádání ovládacích prvků, odpružení sedadla, otázky dobrého výhledu, a poslední dobou i hluku. Všechny tyto faktory se určitou mírou podepisují na soustředěnosti a únavě člověka [1]. Proto jsou veškeré tyto charakteristiky u seriálních výrobců již monitorovány a určitým způsobem normalizovány.

Nemalý podíl na komfortu, pohodlí a pocitu obsluhy má konstrukční uložení kabiny traktoru. Existuje několik variant řešení této poměrně složité a neustále vyvíjené problematiky a jednotliví výrobci dávají přednost různým koncepcím, s ohledem na jednoduchost, účinnost, pracovní podmínky, výrobní náklady, či užitek a snahou tohohle díla je tuhle problematiku analyzovat.

## 1. Pohled do historie

Nejprve svá pole opracovávali lidé a to jednoduchými nástroji. Poté začali využívat tažnou sílu zvířat a tento způsob obdělávání půdy vydržel až do konce 19. století, kdy se objevily první mlátičky a žací stroje na parní pohon. Tyto stroje zasáhly revolučním způsobem do zemědělství a navždy změnily život na venkově. Zpočátku byly stacionární a hnací sílu přenášely řemeny. Po určité době však stroje byly osazeny koly, nebo pásy a dostaly svůj vlastní pohon. Tímto se zrodili první předchůdci traktoru.

První vozidlo, jež poháněl spalovací motor bylo zkonstruováno v roce 1892 Johnem Froelichem a zpočátku bylo spíše zavrhováno. Jisté však je, že tento model a po něm další následující znamenaly opravdový počátek vývoje traktoru.

Zmiňované slovo traktor bylo poprvé použito v roce 1906 a stalo se symbolem strojů, usnadňujících převážně práci na poli, což se dochovalo až do dnešní doby.

Roku 1930 na amerických polích jezdilo více, než 900 000 traktorů. Toto číslo tvoří téměř dvojnásobek počtu, který byl aktuální v roce 2002. Tyto stroje se začaly dovážet i do Evropy.

Roku 1930 představila firma Case nový model traktoru, který se od ostatních lišil tím, že měl jen tři kola, čímž se zlepšila manévrovatelnost a ocenili to také farmáři, kteří svůj stroj užívali při práci na poli s řádky. Brzy byl doplněn o gumové pneumatiky, což umožnilo zvýšení rychlosti a tím i produktivity. Tento model se držel na farmách relativně dlouho, až do 60. let 20. století.

Po druhé světové válce, kdy se výrobci zapojovali do válečného úsilí, modernizace traktorů pokračovala a to zdokonalením převodovky, zavedením osvětlení, či zapalování. Po krátké době se objevil posilovač řízení a dokonce i polstrovaná sedačka. V této době začíná být kladen stále větší důraz na ekonomičnost a hospodárnost stroje, proto jsou benzínové motory čím dál více nahrazovány motory diesellovými.

Do traktorů se vkládá stále více elektroniky pro usnadnění a zpříjemnění obsluhy. V dnešní době jsou tyto stroje plné nejrůznějších zařízení jak pro zkvalitnění prováděné práce, tak i pro pohodlí a bezpečnost. Tyto vymoženosti jsou kompenzovány vysokou cenou, moderní zemědělec by se však bez dobrého pomocníka dnes již neobešel a jen těžko by odolával konkurenci. Od doby konstrukce prvního traktoru až po současnost jsou tyto stroje symbolem novodobého zajišťování potravy pro každého z nás. [6]

## 2. Hluk v kabinách

Žijeme v době neustálého časového vytížení, jsou na nás kladeny požadavky na stále se zvyšující pečlivost a produktivitu odvedené práce. Jinak tomu není ani v zemědělství. Stavějí se stále výkonnější stroje, které za určitou dobu zvládnou obdělávat větší plochy a úměrně k nim roste i výkonnost traktorů, které tyto stroje tahají. Obecně platí, že to, co před dvaceti lety obdělávalo pět traktorů, dnes zvládne s přehledem jeden. Podmínkou je však jeho neustálý provoz, mnohdy o sezónních pracích ve dne i v noci. Mnoho zemědělských firem už jinak, než tímto způsobem není schopno včas stihnout obdělávat všechny své pozemky, na jednom stroji se střídá více řidičů a dělají se i přesčasy. Tyto důvody nutily výrobce traktorů začít myslet i na pracovní podmínky a prostředí obsluhy. Nemalý podíl na zlepšení kvality těchto podmínek má i snižování hluku v kabinách, který se určitou mírou projevuje na soustředěnosti, produktivitě a únavě řidiče. Snižování hluku v kabinách se v dnešní době řeší kombinací různých metod odhlučnění. Tyto metody jsou z velké části téměř u všech výrobců stejné.

### 2.1. Způsoby snížení hluku v jednotlivých částech kabiny

#### Podlaha

Na spodní straně podlahy je nalepena zvuková izolace, která pohlcuje zvukové vlny, šířící se vzduchem.

#### Boky kabiny

Velikou část tvoří prosklené plochy. Výrobci se snaží zakomponovat zaoblená skla a tím se zvyšuje odrazivost přenášeného hluku [14]. Výrazná oblast pronikání hluku do kabiny je mezi motorem a kabinou. Zde se dává i několik vrstev zvukové izolace, zakomponované většinou mezi profilované plechy.

#### Střecha

Vnitřní část je polstrována materiály, které pohlcují zvuk uvnitř kabiny a na venkovní straně je snahou co nejvíce zmenšit rovné plechové, nebo plastové plochy, aby nedocházelo k rezonování.

#### Kabely, hadice a lanovody

Zavedení do kabiny je řešeno většinou pomocí pryžových průchodek, manžet, nebo zasilikonováním.

#### Rám kabiny

Celá konstrukce je zpevněna různými typy a tvary výztuh a vzpěr, aby co nejméně docházelo k rozkmitání jednotlivých úseků.

Celková koncepce uchycení na pryžových silentblocích, mechanickém, hydraulickém, či pneumatickém odpružení má za následek minimalizovat otřesy a veškerá kmitání a rezonování kabiny.

### 3. Traktory bez odpružení

Uložení kabiny bez odpružení mají všechny značky traktorů do 100 PS jako standard, proto jsou zde uvedeny jen typy tento výkon přesahující.

**Tab. 3.1** Traktory nad 100 PS bez odpružení [2]

Pro řady traktorů			
Značka	Typ	Výkon [PS]	
		Od	Do
Case	Magnum	224	309
New Holland	T8000	224	309
John Deere	8000	215	320
Zetor	Forterra	90	120

#### 3.1. Popis

Zavěšením bez odpružení se rozumí uchycení rámu kabiny k podvozku traktoru na všech místech pomocí pryžových silentbloků. Tyto mezičleny mohou být usazeny dvojím způsobem. Radiálním a axiálním. Radiálně orientovaný silentblok přenáší převážnou část zatížení ve směru kolmém na osu, kdežto u axiálního se hlavní silové složky pohybují ve směru osy rotace. Důvody užití tohoto typu uchycení jsou u jednotlivých výrobců různé. Někteří jej užívají proto, že tyto pryžové segmenty jsou pro provozní a technické podmínky vyráběných strojů postačující, například traktory do 100 koní, u nichž se nepředpokládá velká časová pracovní vytíženost, nebo nedosahují limitní rychlosti, po jejíž překročení by bylo odpružení nutné. Druhý důvod může být takový, že jakýkoliv typ odpružení je u daného modelu traktoru zbytečný. Například traktory nejvyšších tříd. U těchto obrů se nevyplácí dávat odpružení z toho důvodu, protože jsou jejich balonovitá kola a vůbec celková hmotnost vozidla tak velká, že je obyčejné nerovnosti vozovek a polních cest díky jejich obrovské setrvačné síle nedokážou dostatečně rozkývat. Mezi hlavní výhody tohoto způsobu uchycení patří pořizovací cena, minimální náročnost na údržbu a v případě poruchy rychlá a levná výměna.

### Ukázky některých variant uchycení pomocí silentbloků



**Obr. 3.1** Axiálně orientovaný silentblok, zadní uchycení kabiny Zetor [12]

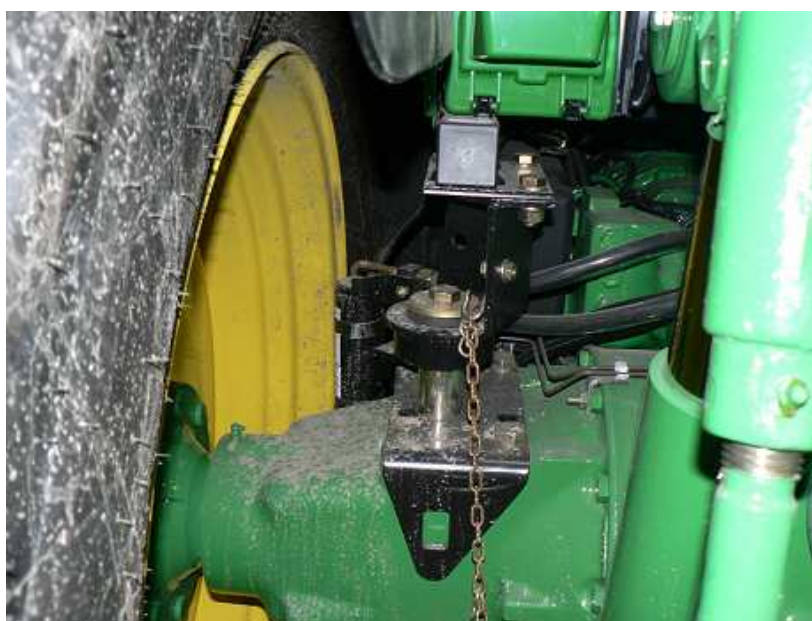


**Obr. 3.2** Axiálně orientovaný silentblok, přední uchycení kabiny Zetor [12]





**Obr. 3.3** Axiálně orientovaný silentblok, zadní uchycení kabiny Massey Ferguson [12]



**Obr. 3.4** Axiálně orientovaný silentblok, zadní uchycení kabiny John Deere [12]



**Obr. 3.5** Axiálně orientovaný silentblok, přední uchycení kabiny John Deere s možností bočního odklopení kabiny [12]

## 4. Odpružení mechanické

### 4.1. Popis

Je zajištěno pomocí silentbloků a teleskopických tlumičů s vinutými pružinami, přičemž uchycení pomocí silentbloků se užívá v přední části kabiny. Je to z důvodu přenášení menší míry rázů oproti zadní části kabiny. Ta je na každé straně uchycena kombinací teleskopického tlumiče a vinuté ocelové pružiny s vedením. U většiny provedení lze výšku zdvihu upravovat a to šroubením přímo na vedení pružiny. Celkový zdvih kabiny nepřesáhne 100mm. Příčnému pohybu kabiny zabráňují panhardské tyče.

Tuto konstrukci lze považovat za nejjednodušší, poněvadž neobsahuje žádné elektronické snímače, nebo hydraulické ovládací prvky, což je vedle relativně nízké pořizovací ceny a provozních nákladů velká výhoda. Nemusí nás tedy tížit například hladina oleje, jako u hydraulického odpružení, nebo servis řídicí jednotky a snímačů kabiny. Naopak nevýhodou je neschopnost kabiny automaticky dosáhnout stabilního stavu. Tím je myšleno, nasedne-li do kabiny traktoru na místo spolujezdce osoba s vyšší tělesnou váhou, jedna pružina je zatěžována více, jak druhá, tudíž je i více stlačená a kabina zůstává nakloněna na jednu stranu. Tento systém je nepřetržitě v činnosti a nezávisí na chodu motoru.

V další části jsou znázorněny konstrukční varianty provedení jednotlivých výrobců, užívajících tento způsob odpružení.

## 4.2. Case, New Holland a Steyr

**Tab. 4.1** Mechanické odpružení traktorů Case, New Holland a Steyr [2]

Pro řady traktorů			
Značka	Typ	Výkon [PS]	
		Od	Do
Case	Maxxum	112	178
	Puma	167	243
New Holland	T6000	112	178
	T7000	167	243
Steyr	Profi	112	243

Systém odpružení u těchto typů traktorů bývá označován pod obchodním názvem COMFORT RIDE [11]. Silentbloky v přední části kabiny jsou namontovány svisle na jednoduchý litinový komplet, uchycený k rámu (viz obr. 4.1). Toto uložení nám zajistí dostatečnou pevnost se snížením přenosu vibrací. Značná část zátěže je přenášena radiálním směrem tohoto pryžového segmentu.



**Obr. 4.1** Způsob uchycení silentbloku [14]

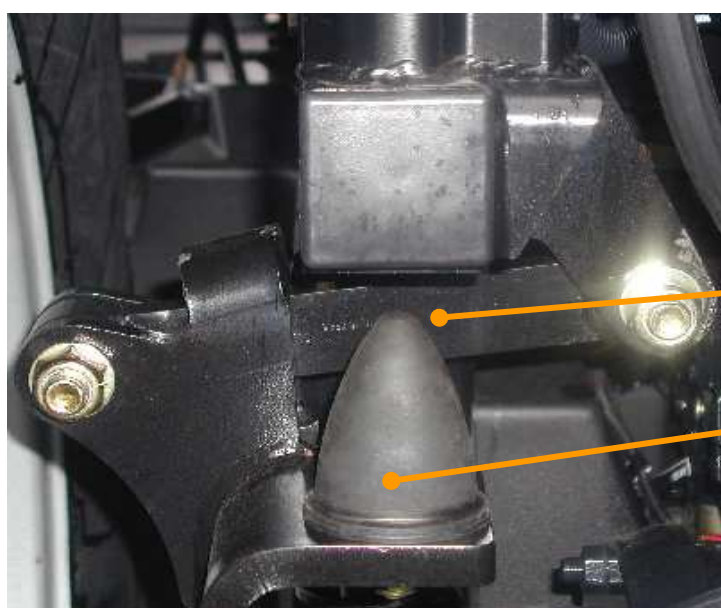
Zadní část kabiny je odpružena pomocí kombinace vinutých mechanických pružin a teleskopických tlumičů. Tyto jednotky jsou ve svislé poloze pomocí držáků namontovány ve spodní části přímo nad nápravou na rozvodovou skříň a nahore na rám kabiny. Toto uchycení je znázorněno na obrázku 4.2. Zde si také můžeme všimnout popruhů, které zabráňují nadměrnému naklonění kabiny do stran.



Popruh, zabráňující  
nadměrnému naklonění  
kabiny

**Obr. 4.2** Svislé uchycení teleskopického tlumiče s vinutou pružinou [12]

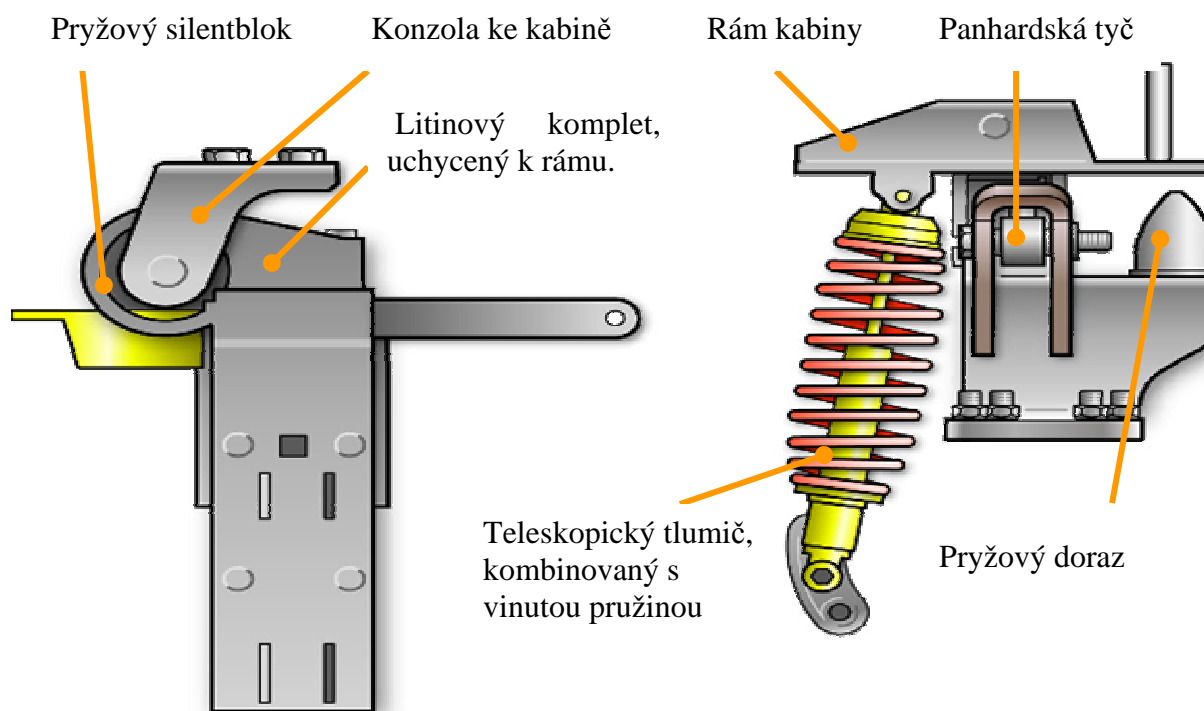
Spodní doraz při dosednutí kabiny tvoří pryžový segment a příčný pohyb kabiny zachycují jednoduché panhardské tyče (viz obr. 4.3).



Panhardská tyč

Pryžový doraz

**Obr. 4.3** Pryžový doraz a panhardská tyč [14]



**Obr. 4.4** Schématické znázornění uchycení přední i zadní části kabiny (pohled z boku traktoru) [14]

Tento princip se snaží využít co nejjednodušší, ale efektivní koncepcí odpružení s co nejmenším počtem úchyťů a dílů, což znamená méně vibrací a hluku, které jsou přenášeny na kabinu.

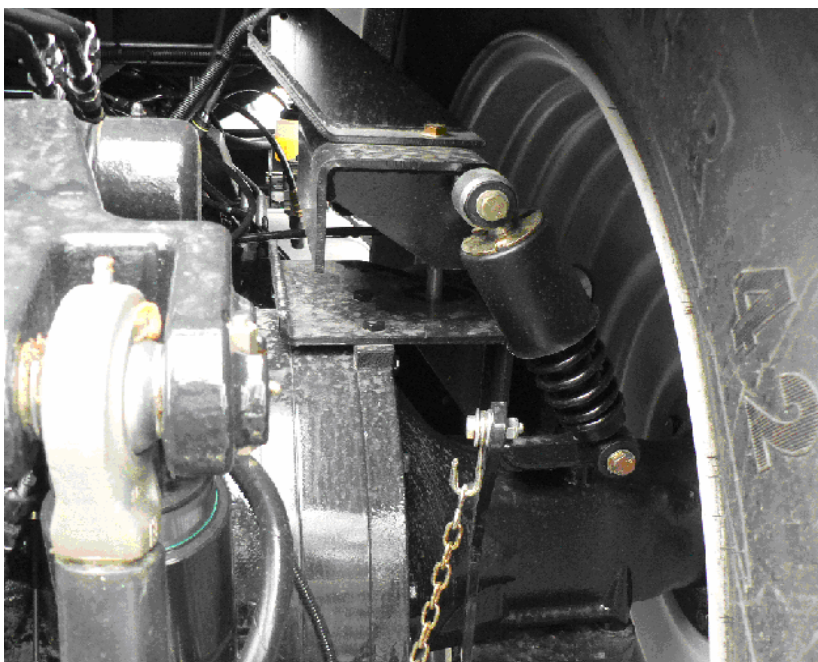
**Tab. 4.2** Mechanické odpružení traktorů Case, New Holland a Steyr [2]

Pro řady traktorů			
Značka	Typ	Výkon [PS]	
		Od	Do
Case	CVX	150	217
New Holland	T7500	150	217
Steyr	CVT	150	217

Přední uchycení je realizováno silentbloky tentokrát přenášející zatížení v axiálním směru. Konstrukční uložení zadní části kabiny se liší pouze polohou usazení teleskopických tlumičů s vinutými pružinami. Zde je dána přednost šikmé poloze, znázorněné na obrázku 4.5.

Hlavní výhoda této koncepce spočívá v tom, že není tlumen jen svislý směr, ale funkční účinnost zasahuje určitou mírou i do směru příčného. Ten je však pořád převážně zachycen pomocí panhardských tyčí, které jsou také koncipovány šikmým směrem, v tomto případě po směru jízdy (viz obr. 4.6).





**Obr. 4.5** Šikmé uchycení teleskopického tlumiče s vinutou pružinou [12]



**Obr. 4.6** Panhardská tyč [12]

### 4.3. Valtra

**Tab. 4.3** Mechanické odpružení traktorů Valtra [2]

Pro řady traktorů			
Značka	Typ	Výkon [PS]	
		Od	Do
Valtra	N	116	160
	T	139	211

Koncepce uchycení přední části kabiny je opět založena na uložení pomocí axiálních silentbloků (viz obr. 4.7). Zadní odpružení kabiny obstarávají svislé teleskopické tlumiče s vinutými pružinami, uchycené pomocí radiálních silentbloků. Příčnému posuvu kabiny zabraňuje panhardská tyč (obr. 4.8), umístěná za kabinou a uchycena pomocí radiálních silentbloků na levé straně ke konzole na rozvodovce. Pravá strana vede na konzolu kabiny, na které jsou úchyty i pro tlumící členy a dorazy (viz obr. 4.9). Pryžové dorazy jsou v příčném a vertikálním směru omezovány pomocí obdélníkového profilu, uchyceného na blok rozvodovky.



**Obr. 4.7** Přední axiální silentblok [12]



**Obr. 4.8** Panhardská tyč [12]



**Obr. 4.9** Svislé zadní tlumiče + úchytná konzola kabiny s pryžovým dorazem [12]



#### 4.4. Fendt

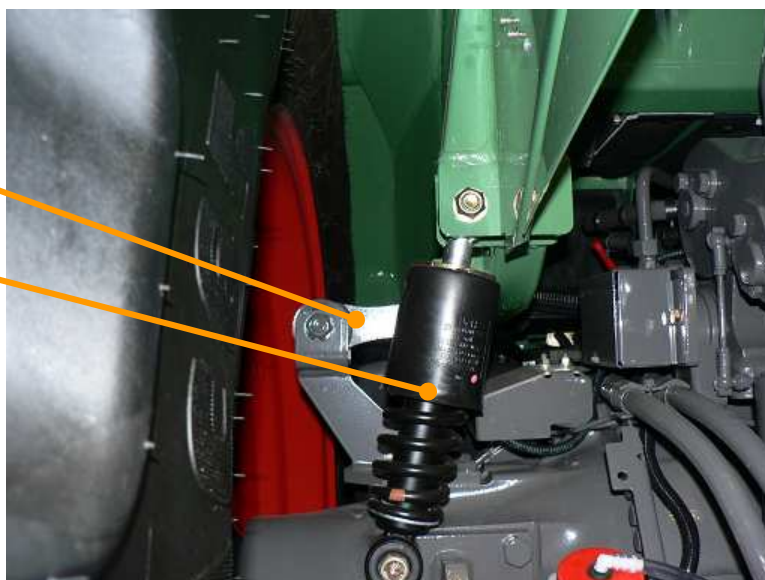
**Tab. 4.4** Mechanické odpružení traktorů Fendt [2]

Pro řady traktorů			
Značka	Typ	Výkon [PS]	
		Od	Do
Fendt	300	88	124

Traktory Fendt dávají v mechanickém způsobu odpružení přednost šikmé poloze tlumičů, uchycených ke konstrukci kabiny i k úchytné konzole na zadní nápravě pomocí radiálních silentbloků. Příčný pohyb kabiny zachycují na obou stranách jednoduché panhardské tyče, také v radiálním uložení silentbloků (viz obr. 4.10). Přední část kabiny je u těchto typů traktorů uchycena pomocí axiálních silentbloků.

Panhardská tyč

Teleskopický tlumič  
s vinutou pružinou



**Obr. 4.10** Zadní uložení kabiny traktoru Fendt [12]

## 4.5. Deutz-Fahr, Same a Lamborghini

Tab. 4.5 Mechanické odpružení traktorů Deutz-Fahr, Same a Lamborghini [2]

Pro řady traktorů			
Značka	Typ	Výkon [PS]	
		Od	Do
Deutz-Fahr	AgroTron K	90	120
Same	Iron	90	120
Lamborghini	R.3	90	120

Tento způsob uchycení kabiny nese obchodní název OMEGA ULOŽENÍ [8]. Přední část kabiny je tradičně uchycena na radiálně orientovaných silentblocích, které drží díky úchytné konzole na bocích převodovky (obr. 4.11) tak, že mezi spodním rámem kabiny a převodovkou je zhruba 40 mm volného prostoru, díky němuž dochází k menšímu přenosu vibrací a hluku do kabiny. Zadní držení je realizováno kombinací teleskopických tlumičů a vinutých ocelových pružin, zakomponovaných paralelně mezi rám kabiny a konzolu, uchycenou na zadní nápravě. Funkci dorazu zde plní opět pryžové klobouky nad nápravou. Vše je znázorněno na obrázku 4.12. Příčnému pohybu zabráňuje panhardská tyč, umístěná na zadní straně kabiny (viz obr. 4.13). Činná výška tohoto odpružení se pohybuje kolem 80 mm.

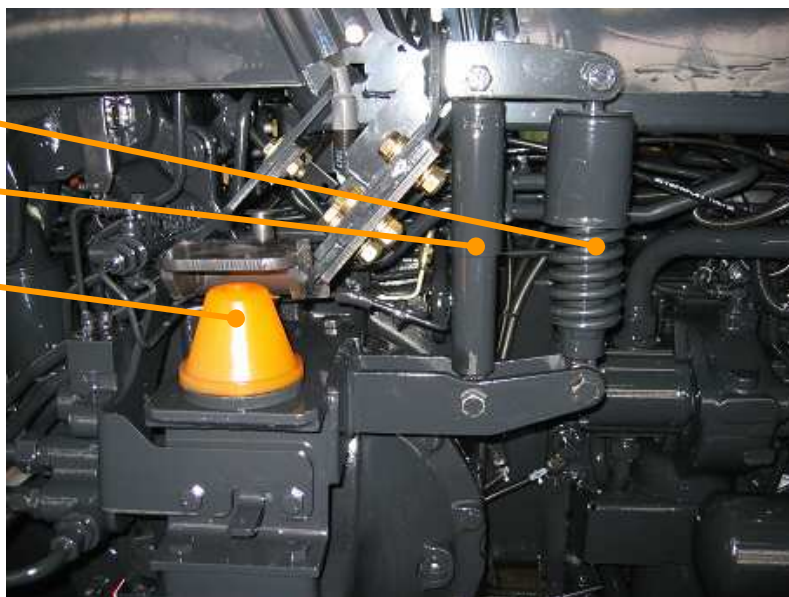


Obr. 4.11 Pryžový silentblok na konzole, uchycené k tělu převodovky [12]

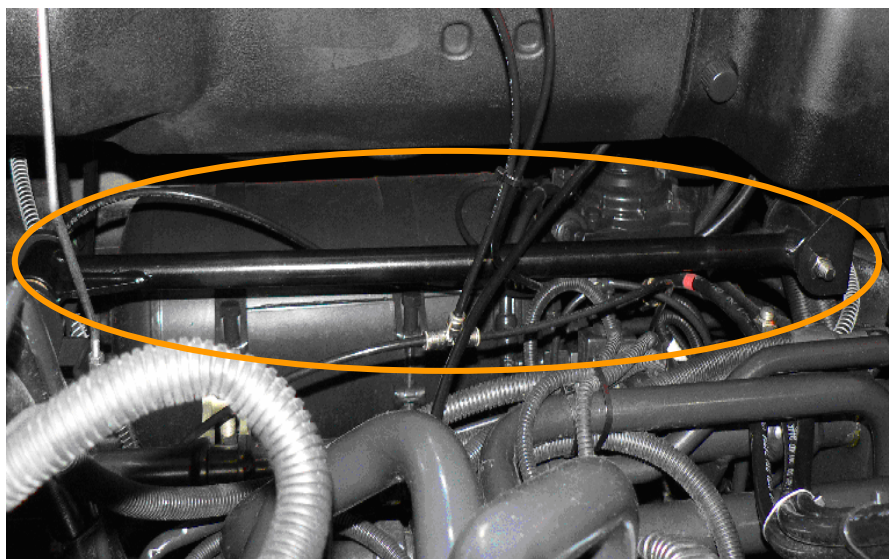
Vinutá pružina

Teleskopický tlumič

Přezový spodní doraz



**Obr. 4.12** Uchycení zadní části kabiny [12]



**Obr. 4.13** Panhardská tyč, uchycená nalevo ke skříni rozvodovky a napravo k rámu zadní části kabiny [12]

V budoucnu se u tohoto koncernu počítá s tím, že mechanické odpružení bude nahrazeno pneumatickým, jako je to u vyšších řad.

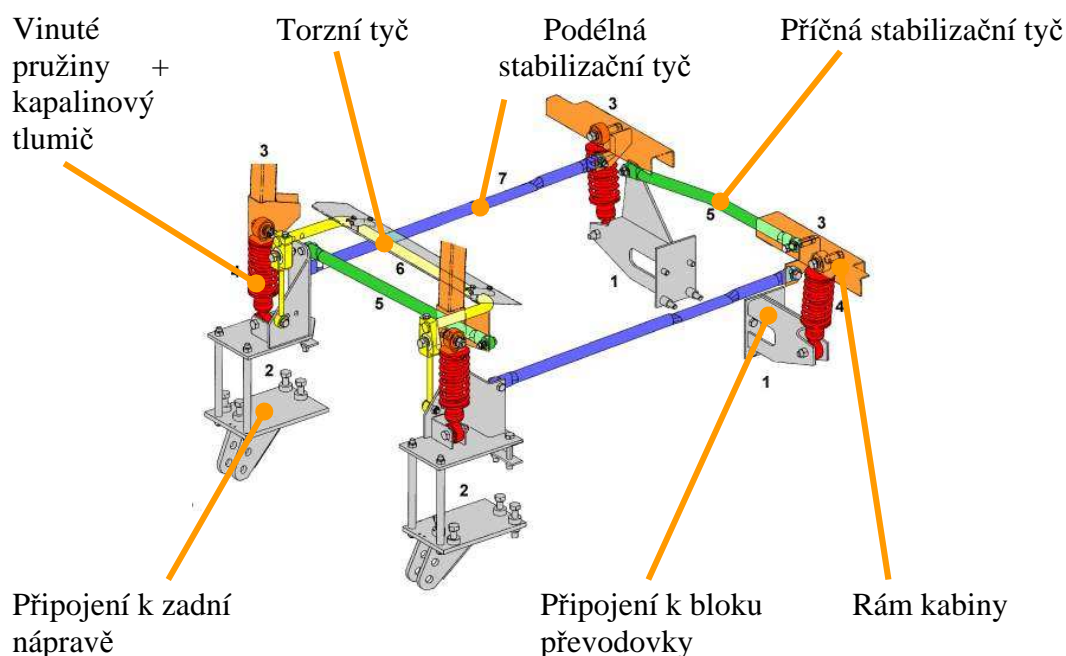
## 4.6. Claas

**Tab. 4.6** Mechanické odpružení traktorů Claas [2]

Pro řady traktorů			
Značka	Typ	Výkon [PS]	
		Od	Do
Claas	Ares	92	194
	Arion	112	194
	Atles	227	250

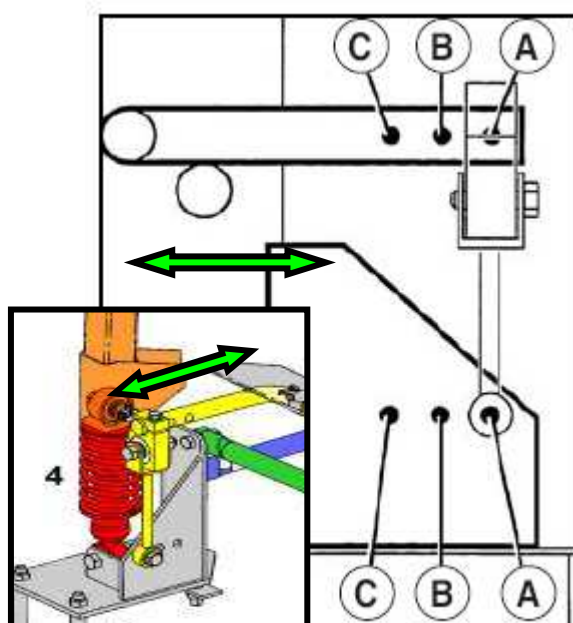
Firma Claas používá jako jediné kabiny uchycené jak vpředu, tak vzadu na kombinaci vinuté pružiny a kapalinového tlumiče. Díky tomuto čtyřbodovému uložení je koncepce považována za nejvíce flexibilní z hlediska svislého pohybu kabiny. Tento způsob zavěšení nese obchodní název HYDROSTABLE [3].

Tlumící a zároveň pružící prvek je na spodní straně uchycen pomocí malých, radiálně orientovaných silentbloků ke konzolám, které jsou na přední straně namontovány z boku na blok převodovky a zadní strana drží na nápravě traktoru. Horní části tlumičů jsou uchyceny na rámu kabiny. Příčný a podélný chod kabiny zachycují stabilizační tyče, upevněné vždy jedním koncem ke konzolám a druhým na rám kabiny. Boční náklon omezuje torzní tyč. Ta je v příčném směru uchycena objímkovitým způsobem ke kabině a pomocí táhel k zadním konzolám. Vše je znázorněno na obrázku 4.14. Změnou polohy těchto táhel měníme účinnou délku ramene torzní tyče a tím i tuhost bočního náklonu kabiny (viz obr. 4.15).



**Obr. 4.14** Schéma odpružení kabiny traktorů Claas [15]



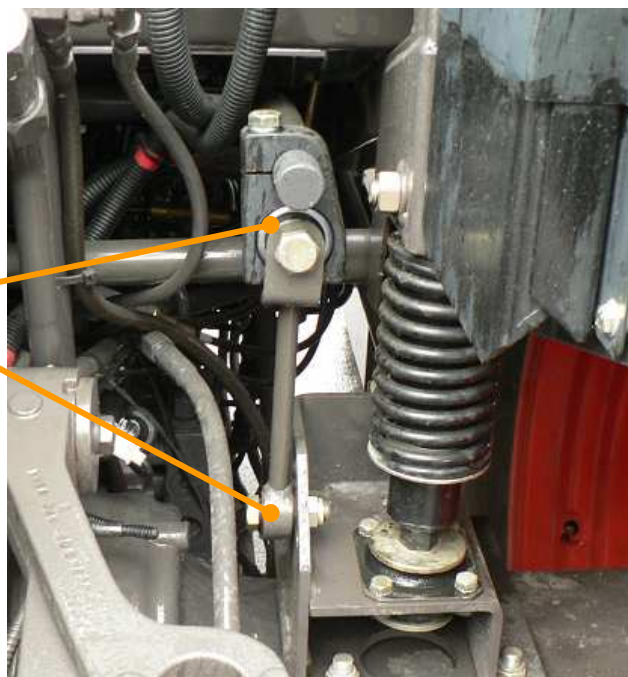


**Obr. 4.15** Změna tuhosti bočního náklonu kabiny [15, 16]

Pozice táhla: A–Měkké pérování  
B–Střední pérování  
C–Tuhé pérování

Poslední dobou firma Claas přechází od radiálního způsobu uchycení tlumících prvků k axiálnímu. Axiální pryžový silentblok je uchycen pomocí příruby ke konzole a jeho středem je prostrčen a pomocí velkých podložek uchycen tlumič s vinutou pružinou (viz obr. 4.16).

Uchycení táhla torzní tyče  
pomocí radiálních silentbloků.



**Obr. 4.16** Nová koncepce uchycení tlumičů ke konzolám + znázorněné táhlo torzní tyče se silentblokovým uložením [12]

## 5. Odpružení pneumatické

### 5.1. Popis

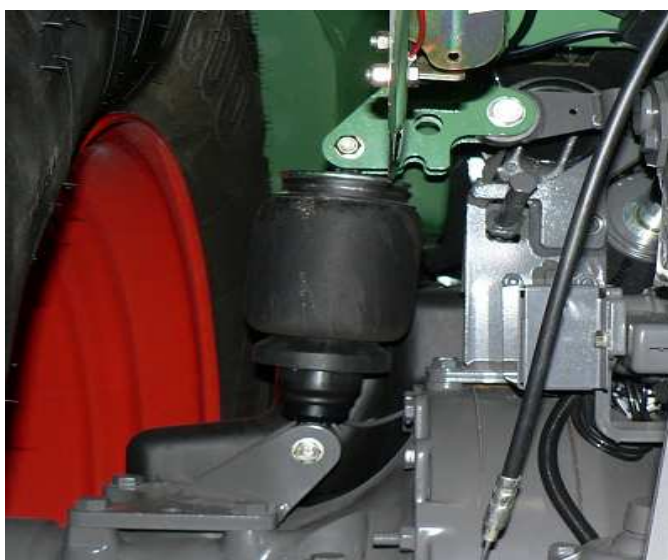
Pneumatické odpružení je jedním z variant tzv. aktivního odpružení. Aktivního proto, že už jsou pružící členy schopny určitým způsobem komunikovat s kabinou a podvozkem prostřednictvím elektronické řídicí jednotky, nebo mechanického přepouštěče. Místo vinutých pružin, které jsou základními členy mechanického odpružení, se zde používají pneumatické písty, nebo měchy. Uložení přední části kabiny je realizováno většinou pomocí silentbloků. Činná délka pružení se pohybuje kolem 80mm.

### 5.2. Fendt

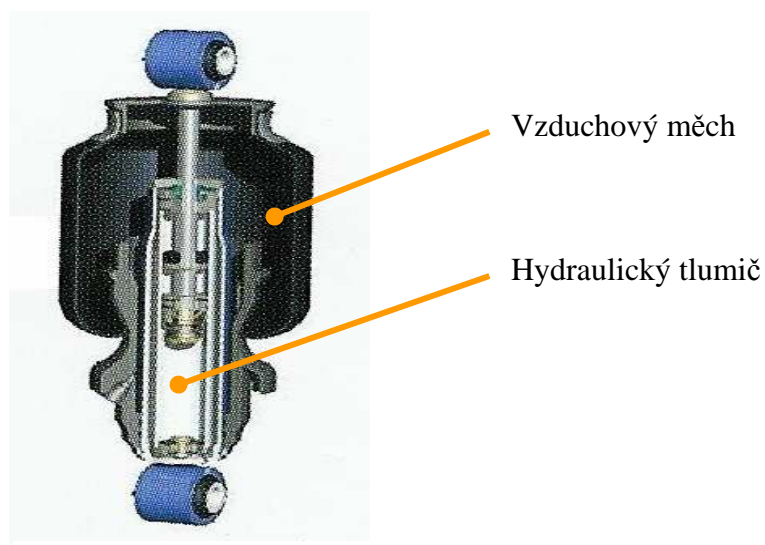
Tab. 5.1 Pneumatické odpružení traktorů Fendt [2]

Pro řady traktorů			
Značka	Typ	Výkon [PS]	
		Od	Do
Fendt	400	115	155
	700	130	180
	800	185	205

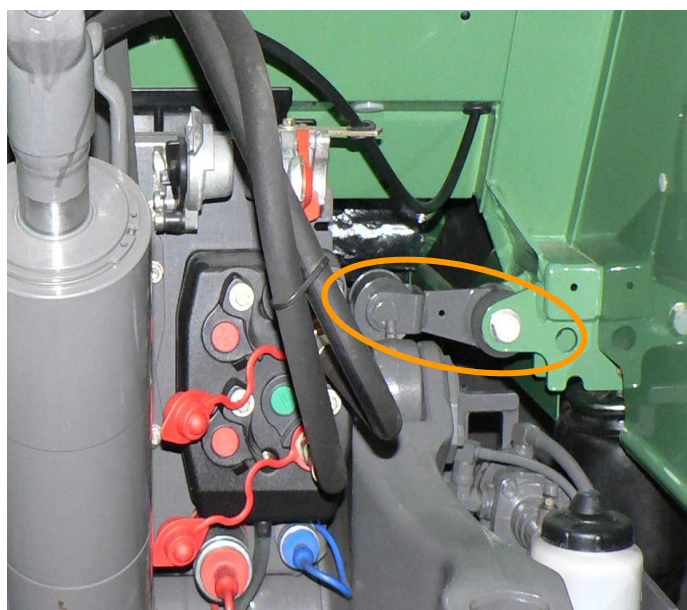
Tento způsob odpružení je v zadní části realizován pomocí svisle umístěných hydraulických tlumičů, uchycených pomocí konzol k zadní nápravě a rámu kabiny. Tohle je zachyceno na obr. 5.1. Místo vinuté pružiny, užívané v mechanickém odpružení, se zde užívá vzduchového měchu, umístěného na venkovní části tlumiče (viz obr. 5.2). Regulací přívodu vzduchu do měchu docílíme rovnovážné polohy například při průjezdu zatáčkou, nebo náklonu traktoru. Přední část kabiny je uchycena standartně pomocí axiálně uložených silentbloků. Proti příčnému pohybu je kabina jištěna dvěma panhardskými tyčemi stejné koncepce uchycení, jako u pružení mechanického téže značky (viz obr. 5.3).



Obr. 5.1 Uchycení zadního pružícího členu [12]



**Obr. 5.2** Řez hydraulickým tlumičem, kolem něj vzduchový měch [1]



**Obr. 5.3** Torzní tyč, bránící příčnému pohybu kabiny [12]

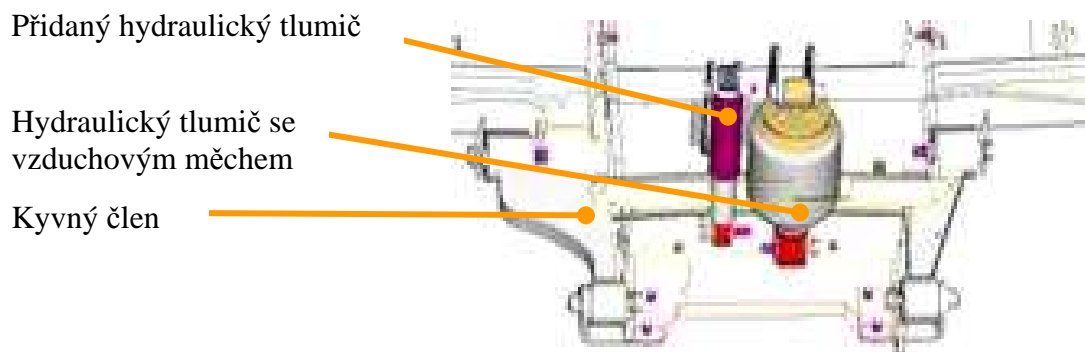
**Tab. 5.2** Pneumatické odpružení traktorů Fendt [2]

Pro řady traktorů			
Značka	Typ	Výkon [PS]	
		Od	Do
Fendt	9300	220	360

Oproti předchozímu způsobu se liší jen uložením přední části kabiny. Ta je v tomto případě realizována pomocí tzv. kyvného členu (obr. 5.4), uchyceného radiálními silentbloky. Jeho úkolem je nejen snížení vibrací, které dříve procházely přes axiální silentbloky, ale do určité míry funguje i jako příčný stabilizátor. Tento člen je odpružen stejně jako zadní část, pomocí centrálního hydraulického tlumiče se vzduchovým vakem, posíleným ještě o jeden tlumící prvek. Vše je znázorněno na obrázku 5.5.



**Obr. 5.4** Kyvný člen v přední části kabiny [12]



**Obr. 5.5** Uchycení přední části kabiny (pohled shora). Tlumící a pružící prvky jsou na spodní straně uchyceny ke kyvnému členu, horní strana drží na rámu kabiny [19]



### 5.3. Valtra

**Tab. 5.3** Pneumatické odpružení traktorů Valtra [2]

Pro řady traktorů		
Značka	Typ	Výkon [PS]
Valtra	S	280

Vzduchové odpružení, pracující na stejném principu, jako u traktorů Fendt, liší se pouze konstrukcí a uchycením zadních pružících členů. Základ tvoří elektronická řídicí jednotka, na níž je napojen snímač polohy odpružení přední nápravy a snímač náklonu kabiny. Díky informacím z těchto dvou zdrojů jednotka automaticky reguluje přívod vzduchu do měchů a tím i rovnovážnou polohu kabiny. Zadní zavěšení kabiny je co se týče panhardské tyče a dorazů stejné, jako u mechanického odpružení traktorů Valtra. Jen místo mechanického pružícího prvku je zde prvek pneumatický. Vše je znázorněno na obr. 5.6. Přední část kabiny je uchycena pomocí axiálně orientovaných silentbloků.



**Obr. 5.6 a** Pružící a tlumící člen pneumatického odpružení [12]



Obr. 5.6 b Způsob uchycení horní části ke kabině pomocí konzoly [12]

#### 5.4. Deutz-Fahr, Same a Lamborghini

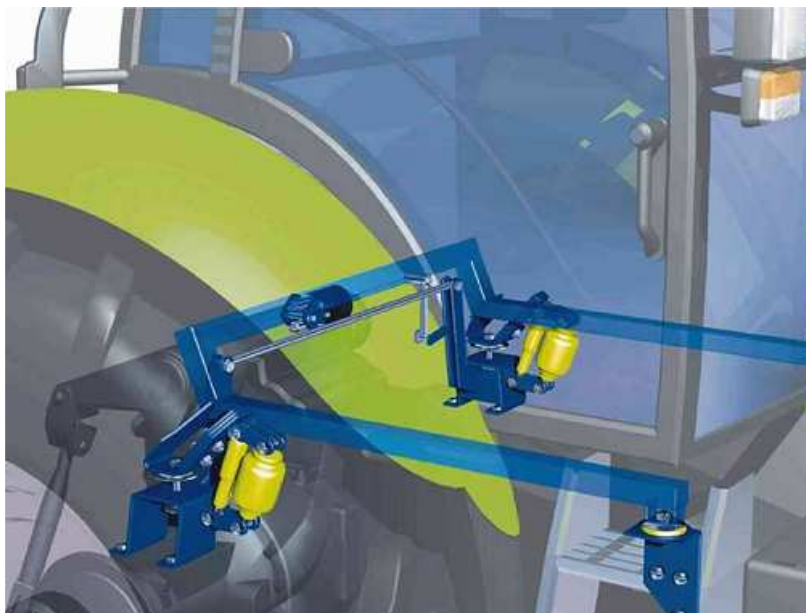
Tab. 5.4 Pneumatické odpružení traktorů Deutz-Fahr, Same a Lamborghini [2]

Pro řady traktorů			
Značka	Typ	Výkon [PS]	
		Od	Do
Deutz-Fahr	AgroTron M	132	184
	AgroTron L	214	
	AgroTron X	242	270
Same	Iron	132	184
	Diamond	242	270
Lamborghini	R.6	132	184

Odpružení u těchto typů traktorů je značeno obchodním názvem SEMI-ACTIVE [18]. Jedná se o novou koncepci pružení a tlumení, užívanou u traktorů, jejíž základ spočívá v již osvědčeném OMEGA ULOŽENÍ z mechanického odpružení (obr. 5.7) [8]. Zadní mezičleny mezi rámem kabiny a nápravou jsou tvořeny dvěma okruhy.

První je okruh tlumící. Jedná se o hydraulický tlumič (obr. 5.8), jehož účinnost je regulována pomocí elektrického napětí, přiváděného na elektromagnetickou cívku, která je umístěna na pístu tlumiče. Pracovní náplň tohoto tlumiče je magnetorheologická kapalina, která vlivem působícího magnetického pole v okolí cívky mění svoji viskozitu, tím pádem i snadnost průniku malými otvory v pístu a tak i celkovou tuhost tlumení. Přívod proudu do cívky je regulován elektronickou řídicí jednotkou, která vyhodnocuje data na základě signálů o změně rychlosti. Schéma tlumiče je znázorněno na obrázku 5.9. Druhý, pružící okruh tvoří vzduchový měch (obr. 5.8), do něhož je pomocí přepouštěcího mechanického vzduchového

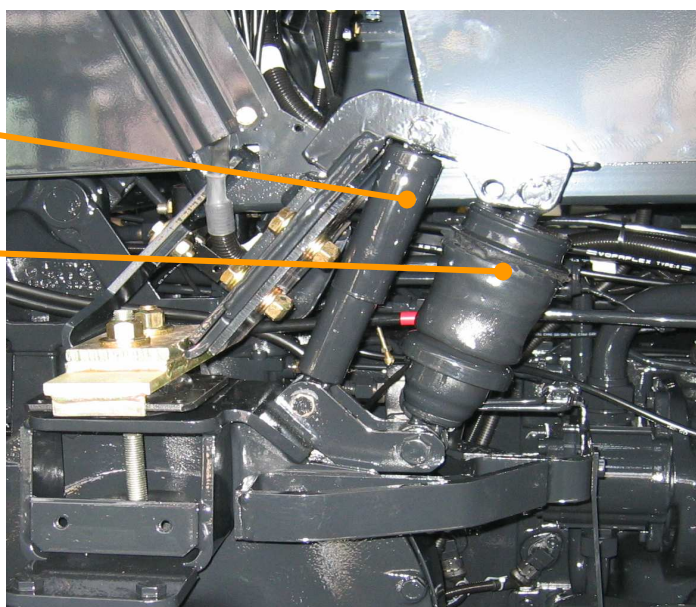
ventilu (obr. 5.10), regulován přívod vzduchu ze vzduchových baterií. Tento ventil je umístěn na zadní části kabiny a táhlem propojen se skříní rozvodovky, vůči níž je poloha vyhodnocována. Se změnou polohy kabiny ventil reguluje a přepouští přívod vzduchu do měchů a tím se neustále obnovuje středová a rovnovážná poloha kabiny.



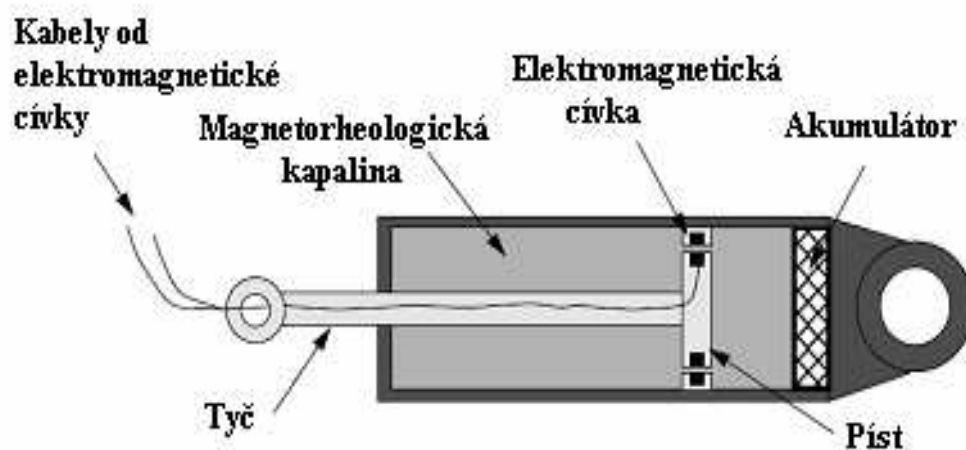
**Obr. 5.7** Omega uložení [18]

Hydraulický tlumič  
s regulovatelnou účinností

Vzduchový měch



**Obr. 5.8** Členy odpružení [12]



**Obr. 5.9** Hydraulický tlumič s regulovatelnou účinností – schéma [18]



**Obr. 5.10** Mechanický přepouštěcí ventil [12]



## 5.5. Massey Ferguson

**Tab. 5.5** Pneumatické odpružení traktorů Massey Ferguson [2]

Pro řady traktorů			
Značka	Typ	Výkon [PS]	
		Od	Do
Massey Ferguson	6400	160	215
	7400	165	190
	8400	215	290

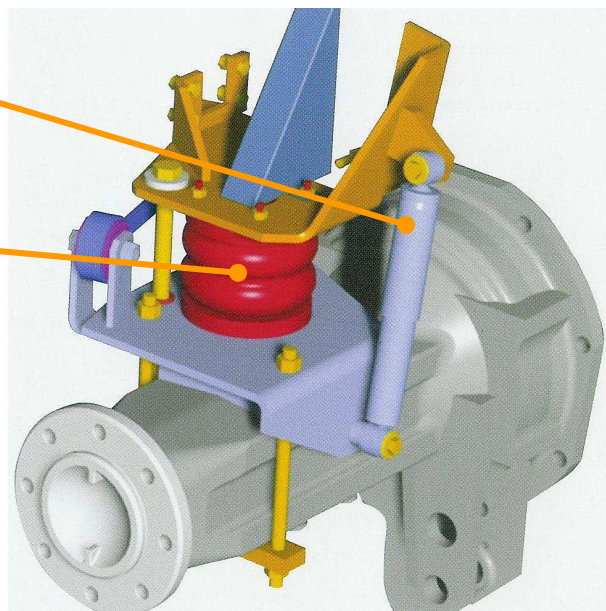
Odpružení kabiny u traktorů Massey Ferguson je volitelnou výbavou a bývá označováno obchodním názvem DUAL STAGE [5]. Tohle dvoustupňové pneumatické odpružení je realizováno kombinací vzduchového pružícího měchu a hydraulického tlumiče. Oba tyto prvky jsou uchyceny pomocí konzol k zadní nápravě a k rámu kabiny (viz obr. 5.11). Přívod vzduchu je regulován elektronickou řídicí jednotkou, která pomocí dvou čidel vyhodnocuje náklon kabiny.

Přední část kabiny je uchycena pomocí radiálně orientovaných silentbloků (viz obr. 5.12). Příčná stabilita je na každé straně zajištěna panhardskou tyčí. Spodní doraz je tvořen pryžovým segmentem, dosedajícím na úchytnou konzolu, kdežto horní doraz tvoří dlouhý šroub, zajištěný kontramatkou.

U tohoto typu odpružení má obsluha možnost si vybrat mezi dvěma režimy pružení. A to mezi silničním a polním módem.

Hydraulický tlumič, uchycený  
radiálně orientovanými silentbloky.

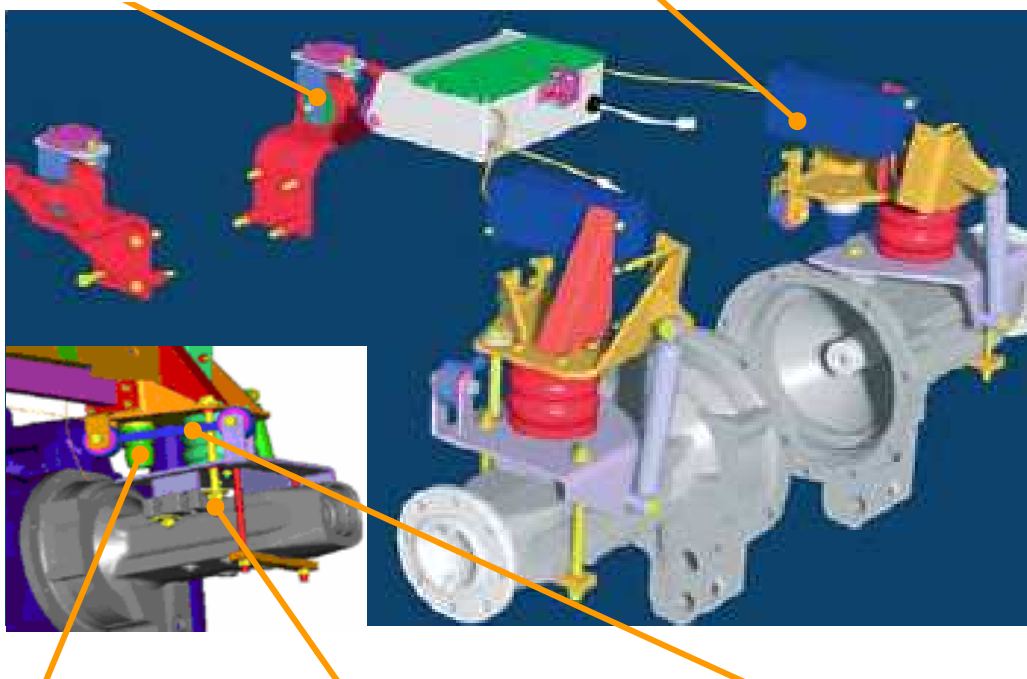
Vzduchový měch



**Obr. 5.11** Uchycení odpružení zadní části kabiny [10]

Přední, radiálně orientovaný  
silentblok, uchycený pomocí  
konzoly k bloku převodovky

Řídící jednotka



Spodní pryžový doraz

Horní doraz,  
provedený pomocí  
šroubu, jištěného  
kontramatkou

Panhardská tyč, uchycená radiálně  
orientovanými silentbloky

**Obr. 5.12** Kompletní zavěšení kabiny [5, 9]



**Obr. 5.13** Uchycení odpružení zadní části kabiny [12]

## 5.6. Claas

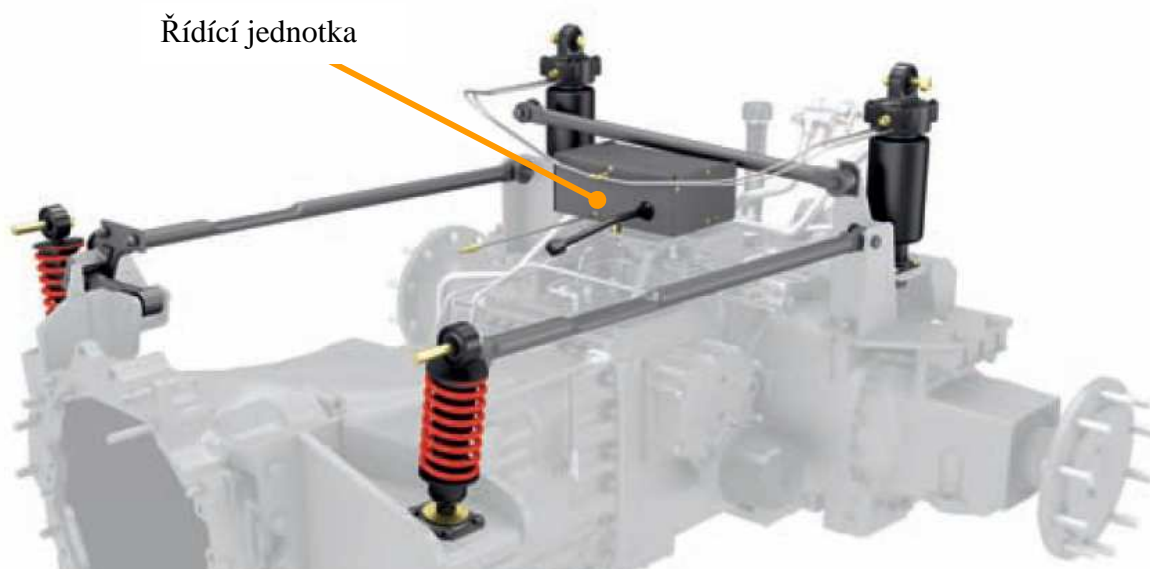
**Tab. 5.6** Pneumatické odpružení traktorů Claas [2]

Pro řady traktorů			
Značka	Typ	Výkon [PS]	
		Od	Do
Claas	Axion	170	233

Z-ACTIV je nová koncepce odpružení, zahrnující kombinaci vzduchových pružících elementů a automaticky přizpůsobitelných tlumících prvků traktorů Claas [17]. Oba tyto systémy jsou vkomponovány do jednoho celku a slouží k odpružení zadní části kabiny. Konstrukce uchycení přední části se oproti způsobu HYDROSTABLE ničím zásadním neliší, jen přední příčná stabilizační tyč má kratší rozměr [3]. Je uchycena standartně pomocí radiálních silentbloků jednou stranou k úchytné konzole, držící na boku převodové skříně a druhou stranou na rámu kabiny. Pružící prvky zadní části kabiny jsou na spodní straně uchyceny pomocí axiálních silentbloků, horní část užívá tradičně silentbloky radiální. Vše je znázorněno na obrázku 5.14.

Pružící člen je tvořen dvěma okruhy. Kapalinovým tlumícím, jež tvoří jádro celého segmentu a vzduchovým pružícím, jakoby obalem a vnější částí prvku (obr. 5.15).

Princip činnosti: Oba tyto okruhy jsou řízeny a regulovány pomocí automatické jednotky (obr. 5.14), která zpracovává informace o rychlosti, náklonu kabiny, úhlu řízení, brzdících a akcelerujících intervalech traktoru a snaží se prakticky udržovat kabinu neustále v rovnováze. Dojde-li například k náklonu kabiny na pravou stranu, řídící jednotka ihned přidává tlak do pravého pneumatického pružícího prvku a ubírá tlak v levém. Tím je zajištěna neustálá rovnováha kabiny. Tvrdost odpružení je regulována pomocí elektrického napětí, přiváděného na elektromagnetickou cívku, umístěnou v tlumícím pístu. Cívka díky magnetickému poli v jejím okolí redukuje viskozitu magnetorheologické kapaliny a čím větší má tato kapalina viskozitu, tím hůře protéká malými dírkami v pístu a tím tvrdší je tlumení. V opačném případě malé napětí způsobuje malé elektromagnetické pole, nízkou viskozitu a tím i měkkší tlumení.



**Obr. 5.14** Schématické znázornění uchycení kabiny u koncepce Z-ACTIV [17]

Vzduchový okruh odpružení

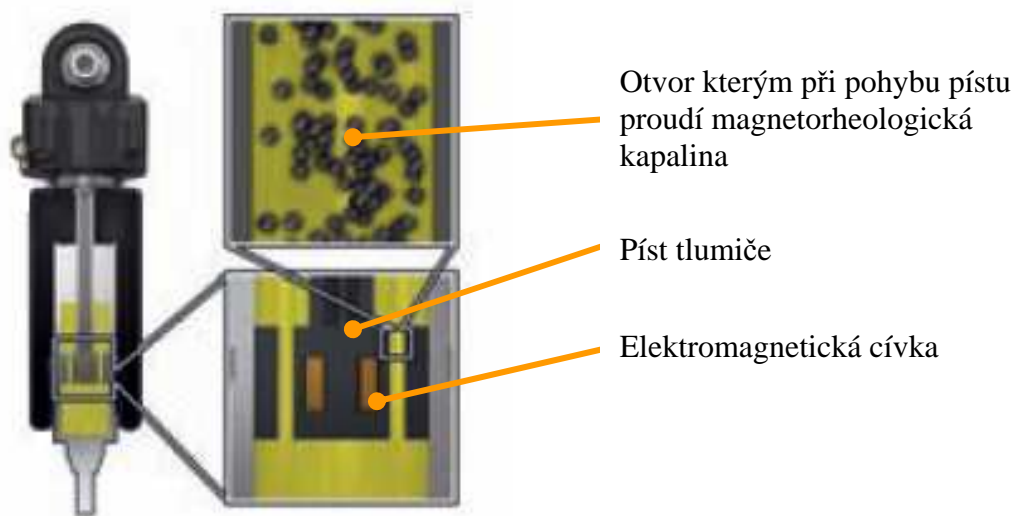
Kapalinový okruh tlumení



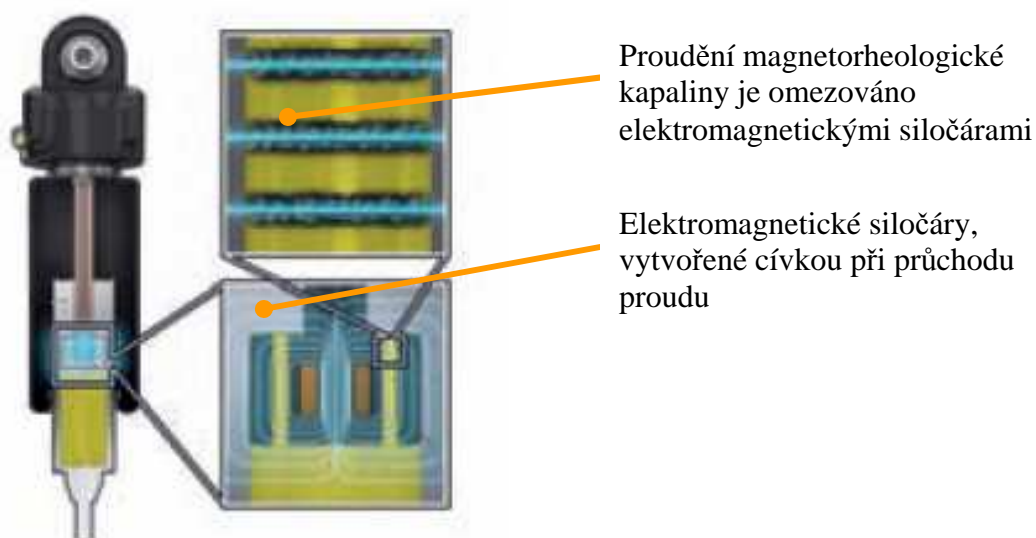
**Obr. 5.15** Zadní pružicí a tlumící prvek odpružení Z-ACTIV [17]



### Cívka bez napětí – měkké tlumení



### Cívka pod napětím – tvrdé tlumení



**Obr. 5.16** Princip činnosti tlumiče [17]

Výhodou tohoto způsobu odpružení je to, že nemusíme hledat kompromis mezi silničním a polním módem, poněvadž Z-ACTIV se jak pružením, tak tlumením okamžitě přizpůsobí optimálnímu komfortu kabiny v jakýchkoliv podmínkách.

## 6. Odpružení hydraulické

### 6.1. Popis

Hydraulické odpružení je další z variant tzv. aktivního odpružení. Místo vinutých pružin, které jsou základními členy mechanického odpružení, se zde používají hydraulické písty, opatřené zásobovacími bateriemi tlumícího média. Uložení přední části kabiny je realizováno tradičně pomocí silentbloků. Výhodou tohoto typu odpružení je jeho činná výška kolem 100 mm a také to že se okamžitě automaticky přizpůsobí každému terénu.

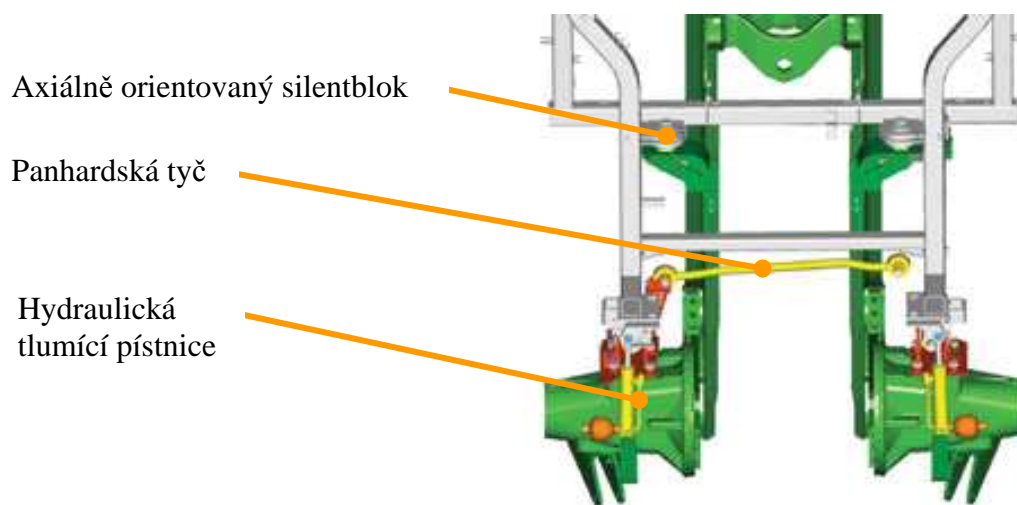
### 6.2. John Deere

**Tab. 6.1** Hydraulické odpružení traktorů John Deere [2]

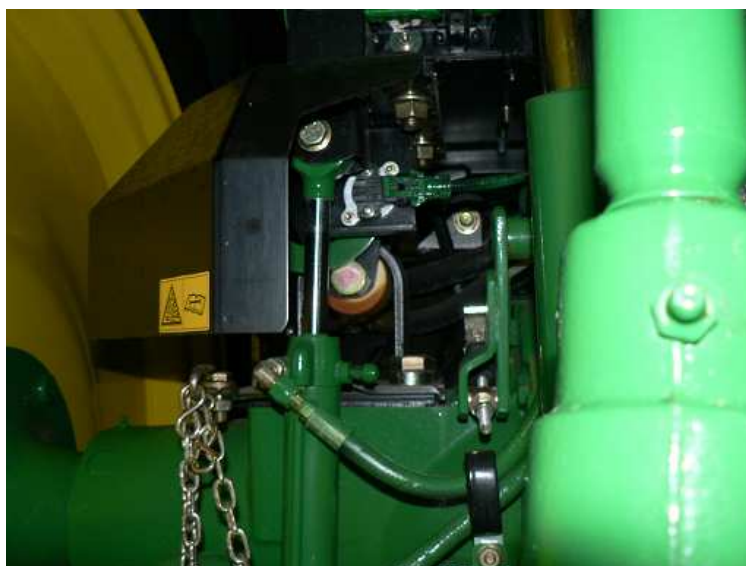
Pro řady traktorů			
Značka	Typ	Výkon [PS]	
		Od	Do
John Deere	6000	95	150
	7000	160	175

Přední část rámu kabiny je uchycena na axiálních silentblocích. Odpružení zadní části se realizuje pomocí svisle orientovaných hydraulických pístnic (obr.6.3), uchycených pomocí radiálních silentbloků. Příčnému pohybu zabraňuje opět panhardská tyč a boční náklon kabiny je eliminován pomocí propojení pístnic do kříže, což funguje jako příčný stabilizátor. Vertikální dorazy pracují na stejném principu, jako u Valtry.

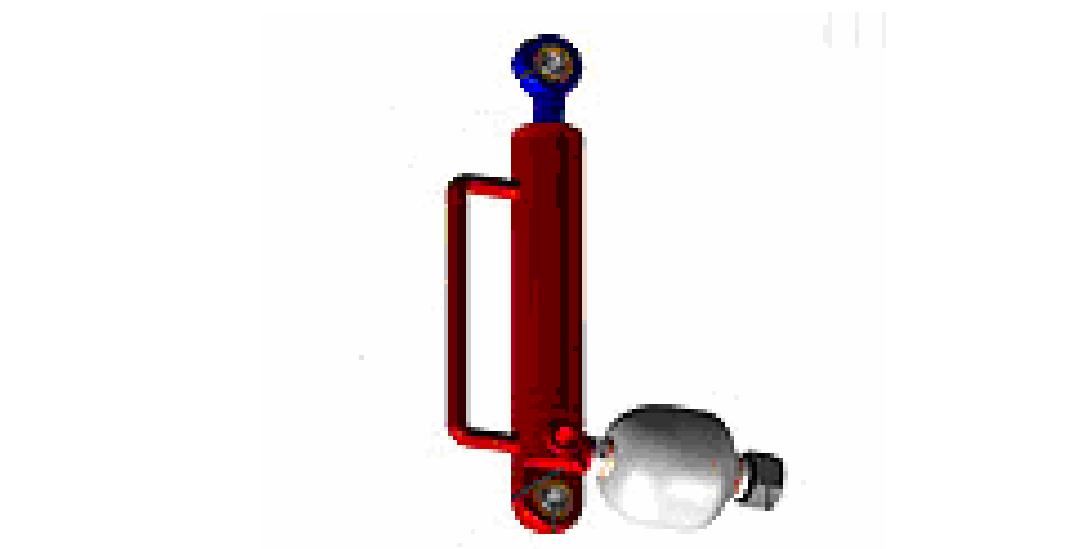
Pružící a tlumící proces je řízen centrální elektronickou řídicí jednotkou, proto někteří dodavatelé nazývají tento způsob odpružení jako elektrohydraulický. Do řídicí jednotky vstupují informace ze senzoru úhlu, snímající náklon kabiny. Po jejich vyhodnocení posílá signál do vyrovnávacího ventilu, který reguluje přicházející množství oleje z čerpadla a snaží se držet kabinu v okolí středové polohy chodu tlumících pístnic. Pomocí signálu z akcelérátoru a manuálního přepínače tří přednastavených úrovní tlumení jednotka řídí tlumící ventil, který reguluje průchod oleje mezi akumulátorem a tlumící pístnicí. Tím se dosahuje různé tvrdosti tlumení a traktor je schopen se přizpůsobit různým pracovním podmínkám. Schéma propojení jednotlivých prvků je na obr. 6.4.



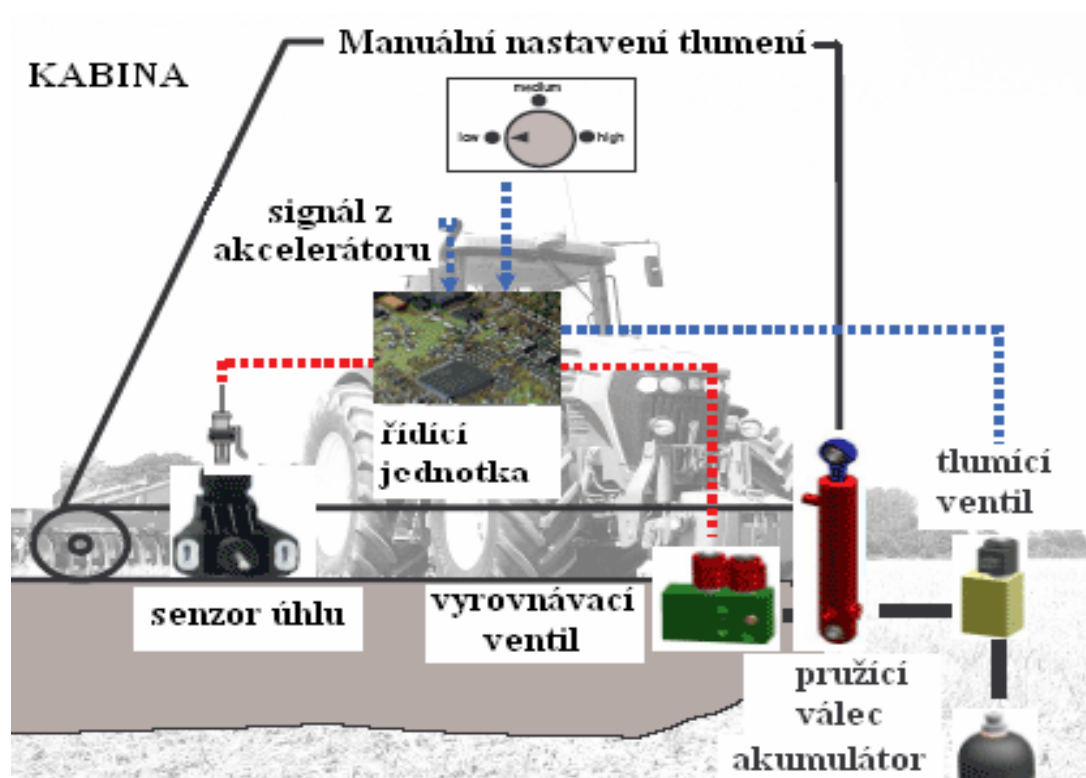
**Obr. 6.1** Zavěšení kabiny [4]



**Obr. 6.2** Uchycení zadní části odpružení. (Činná oblast pístu musí být chráněna před nečistotami, padajícími z kola) [12]



**Obr. 6.3** Hydraulická pístnice s akumulátorem. (Akumulátor tlumí rázy, způsobené pohybem kabiny) [7]



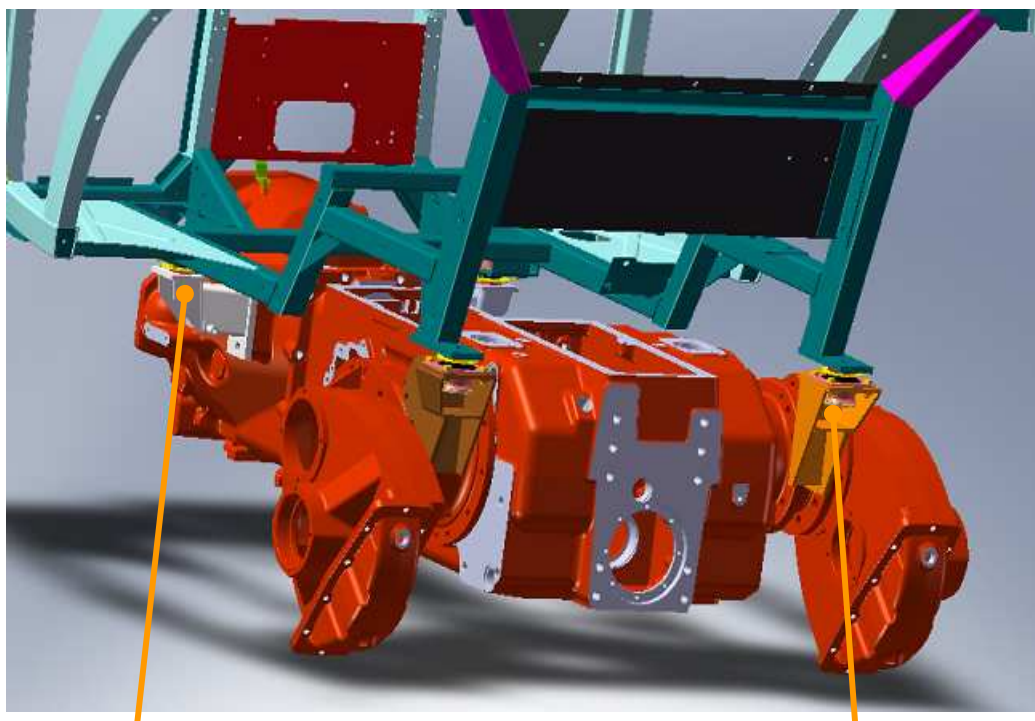
**Obr. 6.4** Schéma propojení jednotlivých prvků odpružení [7]

## 7. Vlastní návrh odpružení kabiny traktoru

Návrh je určen pro traktory o výkonu od 90 do 130 PS. Konstrukce byla prováděna na modelu Proxima od společnosti Zetor.

### 7.1. Původní uložení kabiny

Původní uložení bylo realizováno v přední i zadní části pomocí axiálně orientovaných silentbloků, které drží na úchytných konzolách. Konzoly jsou v přední části připevněny na boky spojkové skříně. Zadní konzoly drží na nohavicích nápravy. Toto řešení bylo výhodné svojí pořizovací cenou a bezúdržbovým provozem. Z hlediska přenosu vibrací, komfortu v kabině a hlučnosti však tato metoda zavěšení má jisté rezervy. Nevýhodný je i velmi malý prostor mezi podvozkem a kabinou. Díky tomu zde dochází ke značnému přenosu hluku z převodové a rozvodové skříně či olejového čerpadla.

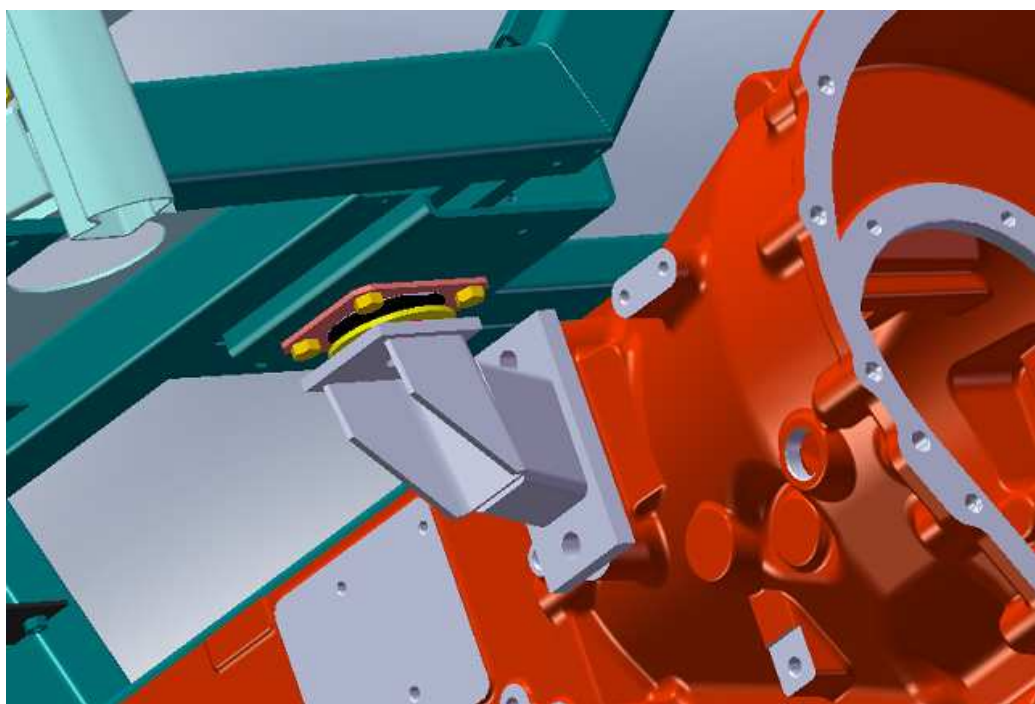


Přední konzola s axiálně  
orientovaným silentblokem

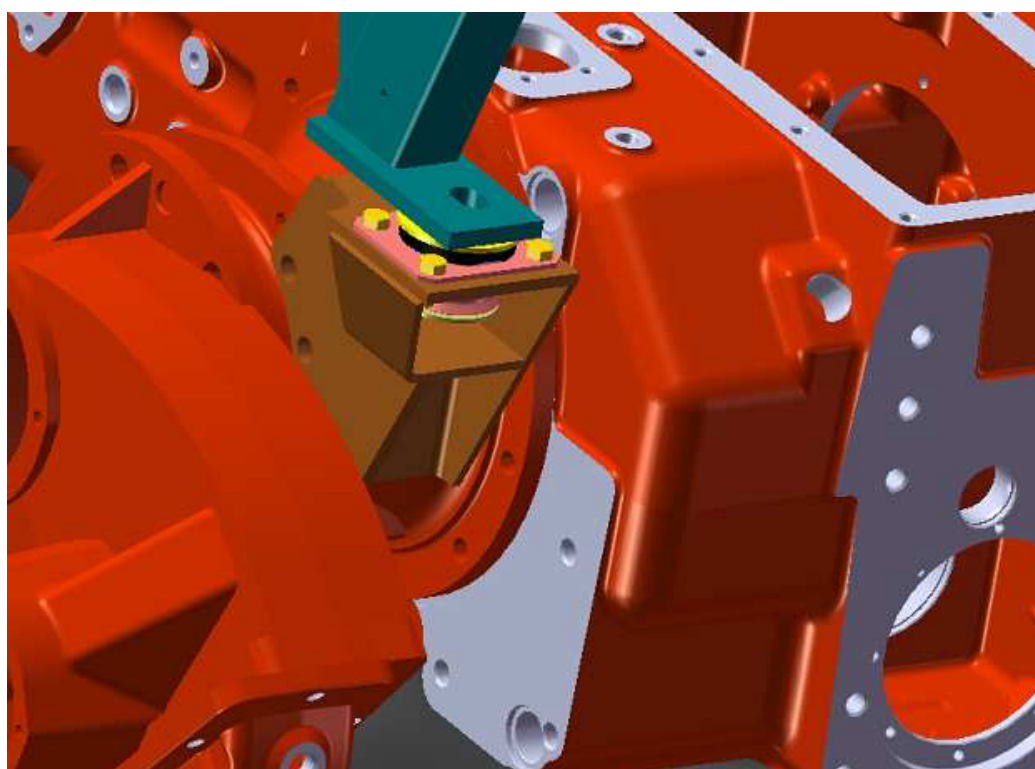
Zadní konzola s axiálně  
orientovaným silentblokem

**Obr. 7.1** Celkový pohled na uložení kabiny [13]





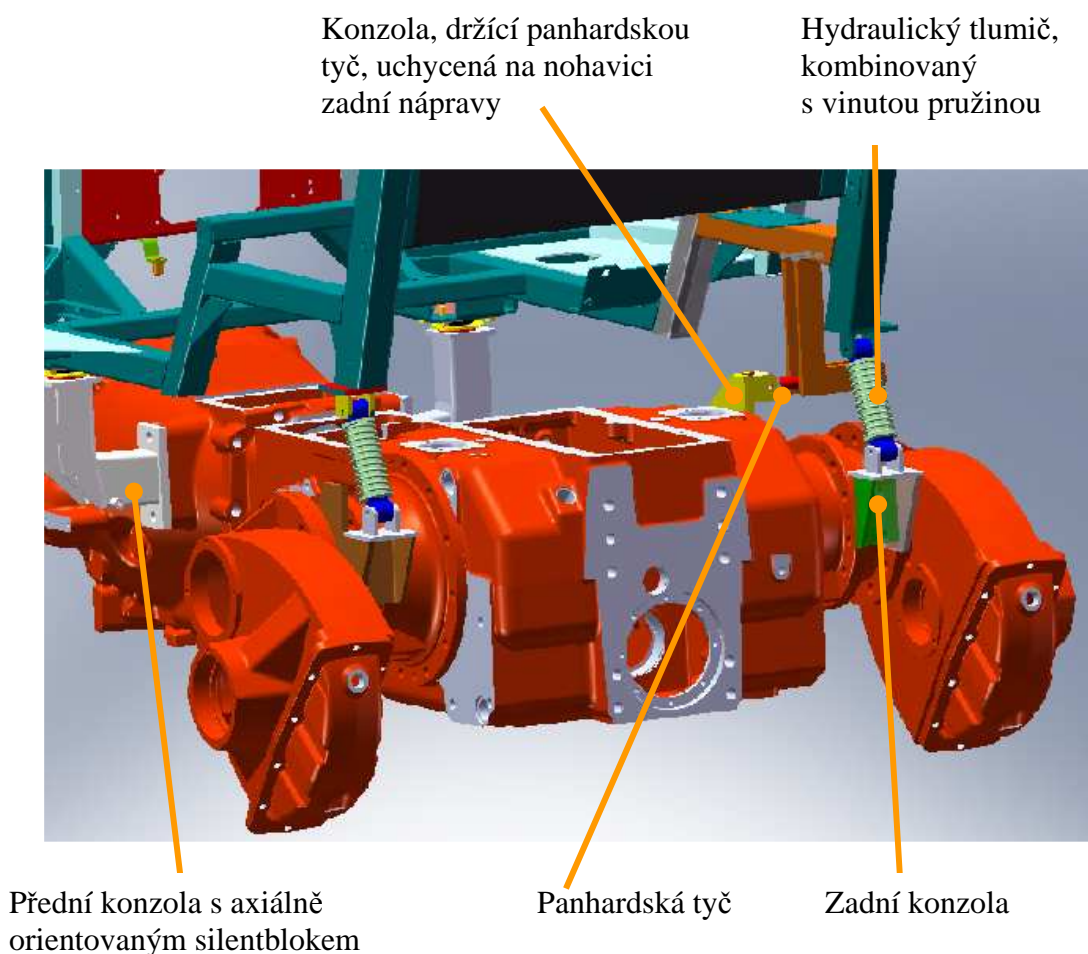
**Obr. 7.2** Přední konzola [13]



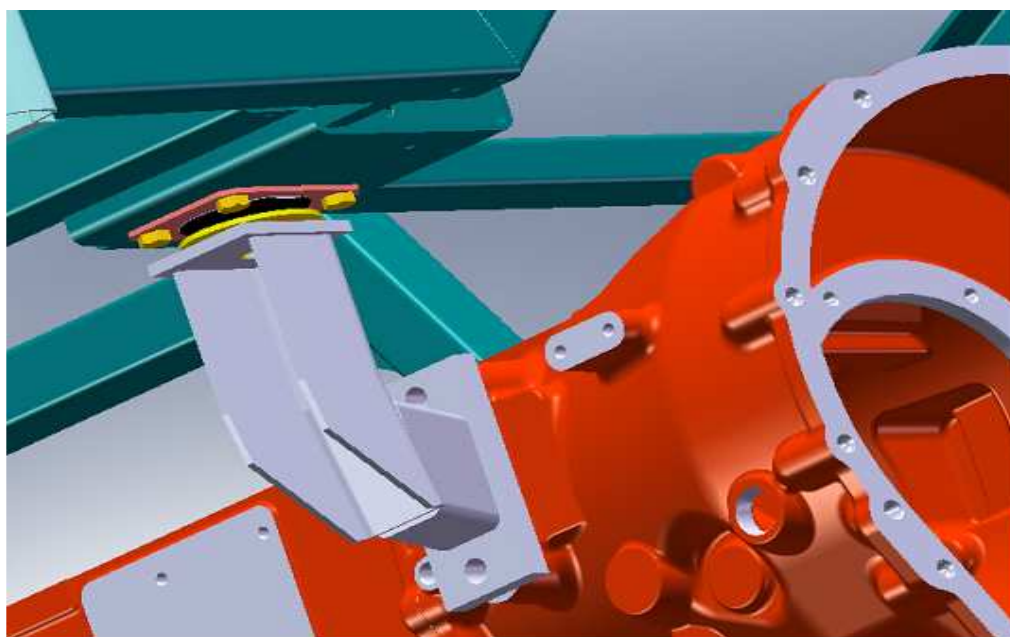
**Obr. 7.3** Zadní konzola [13]

## 7.2. Vlastní návrh uložení kabiny

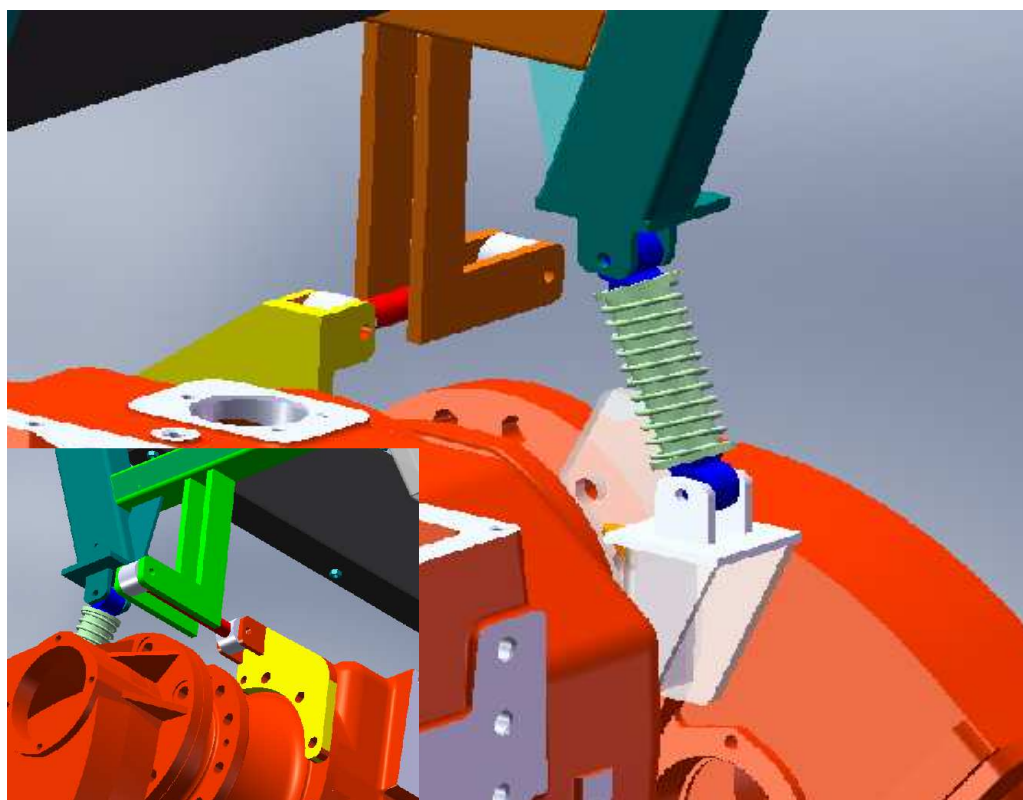
Uchycení přední části kabiny je realizováno pomocí axiálně orientovaných silentbloků, které jsou umístěny na vyvýšených konzolách. Zadní část je odpružena pomocí hydraulických tlumičů s mechanickými vinutými pružinami. Členy jsou přichyceny pomocí radiálně orientovaných silentbloků jak ke kabině, tak i ke konzolám na nohavicích zadní nápravy. Příčnému pohybu brání panhardská tyč, která drží vlevo na úchytné konzole a vpravo na rámu kabiny. Spojení je provedeno pomocí radiálně orientovaných silentbloků. Toto řešení je výhodné jak svojí nízkou pořizovací cenou tak i malými nároky na údržbu. V případě poruchy lze jednotlivé členy jednoduše a rychle demontovat a vyměnit.



**Obr. 7.4** Celkový pohled na uložení kabiny [13]



**Obr. 7.5** Přední konzola [13]



**Obr. 7.6** Detail zadního členu [13]



## Závěr

Kvalita odpružení výrazně ovlivňuje pracovní podmínky a komfort obsluhy. Jednotlivé koncepce tlumení a pružení mají své kladné i záporné stránky. Největší kvalitu odpružení nám nabízí Claas Z ACTIV. Je to díky svému propracovanému systému snímání a vyhodnocování charakteristik jízdy. Velmi rychlá je i reakce tlumících prvků na signály z řídicí jednotky. Tento systém nám nabízí optimální řešení do jakýchkoliv podmínek. Jeho nevýhodou je však pořizovací cena, odborný servis a v případě poruchy i větší časová náročnost.

K nejlevnějším typům odpružení patří kombinace hydraulických tlumičů a mechanických vinutých pružin. Tyto členy ke své funkci nepotřebují žádnou řídicí jednotku, ani přívod pružícího média. Fungují nezávisle na chodu motoru. Přední část kabiny je u tohoto uložení realizována axiálně, nebo radiálně orientovanými silentbloky. Výhodou je i nízká náročnost na údržbu a v případě poruchy i snadná a rychlá výměna. Mezi slabší stránky této koncepce patří neschopnost automatické stabilizace kabiny. Například nasedne-li na sedadlo spolujezdce osoba s vyšší tělesnou hmotností, jedna strana kabiny je zatěžována více a tím pádem dochází k náklonu kabiny bez jakékoliv možnosti vyrovnání.

Ve vlastním návrhu odpružení kabiny pro traktory od 90 do 130 PS jsem si vybral kombinaci hydraulických tlumičů a mechanických vinutých pružin. Důvodem byla jednoduchost a nízká pořizovací cena tlumících členů. Přední část kabiny je uchycena pomocí axiálně orientovaných silentbloků, zadní pružící členy drží jak u kabiny, tak u konzoly na radiálně orientovaných silentblocích. Cílem tohoto návrhu bylo snížení hluku v kabině a zároveň zvýšení komfortu obsluhy. Hlavní myšlenka spočívá ve zvětšení vzdálenosti mezi kabinou a skříní převodovky a rozvodovky. Tím se snižuje přenos hluku právě od těchto dvou skříní a také od olejového čerpadla. Větší mezera mezi skříněmi a kabinou znamená také možnost umístění vyšší vrstvy protihlukové izolace. Zavěšením zadní části kabiny na pružící členy docílíme snížení přenosu vibrací od podvozku.



## Seznam použitých zdrojů

### *Tištěná literatura*

[1] BAUER, František, a kolektiv. *Traktory*. 1.vyd. Praha: Profi Press, 2006. 192 s. ISBN 80-86726-15-0.

[2] *Traktory 2008: podrobná technická data*. Profi Press, 2008. 58 s. Příloha časopisu Mechanizace zemědělství.

### *Internet*

[3] *Ares 500* [online]. ©2000-2007 [cit. 2008-04-21]. Dostupné z:  
<<http://www.agrall.cz/produkty/traktory/ares500/>>

[4] *Field Work, Feature Article, Nov. 2002* [online]. Poslední revize 9.12.2005 [cit. 2008-04-09]. Dostupné z:  
<<http://www.memagazine.org/backissues/membersonly/nov02/features/fieldwrk/fieldwrk.html>>

[5] *Gordex* [online]. Poslední revize 17.2.2008 [cit. 2008-04-27]. Dostupné z:  
<<http://www.gordex.cz/www/massey/7400.htm>>

[6] HLEDÍK, Filip – HEJNÍK David. *Traktory* [online]. ©2007-2008, [cit. 2008-04-15]. Dostupné z: <<http://www.traktory.wbs.cz/Historie.html>>

[7] *Integral Accumulator* [online]. Poslední revize 23.8.2007 [cit. 2008-05-09]. Dostupné z:  
<[http://www.integral-accumulator.com/02\\_hydra\\_systeme\\_01.html](http://www.integral-accumulator.com/02_hydra_systeme_01.html)>

[8] *Iron 150 zem.pdf* [online]. Poslední revize 15.5.2008 [cit. 2008-04-20]. Dostupné z:  
<[http://www.somejh.cz/info/iron\\_150\\_zem.pdf](http://www.somejh.cz/info/iron_150_zem.pdf)>

[9] *MAGRIX* [online]. Poslední revize 27.4.2008 [cit. 2008-05-04]. Dostupné z:  
<<http://www.magrix.cz/prodej/massey/down/8400.pdf>>

[10] *MF 7400 Features & Benefits 4* [online]. Poslední revize 9.4. 2008 [cit. 2008-05-06]. Dostupné z:  
<<http://www.masseyferguson.com/agco/mf/uk/products/tractors/arable/7400feat4.htm>>

[11] ŠTURSA, Václav. *Nové traktory TS-A - P&L spol. s. r.o.* [online]. ©2005, [cit. 2008-04-09]. Dostupné z: <<http://www.pal.cz/article/2771.tsa>>

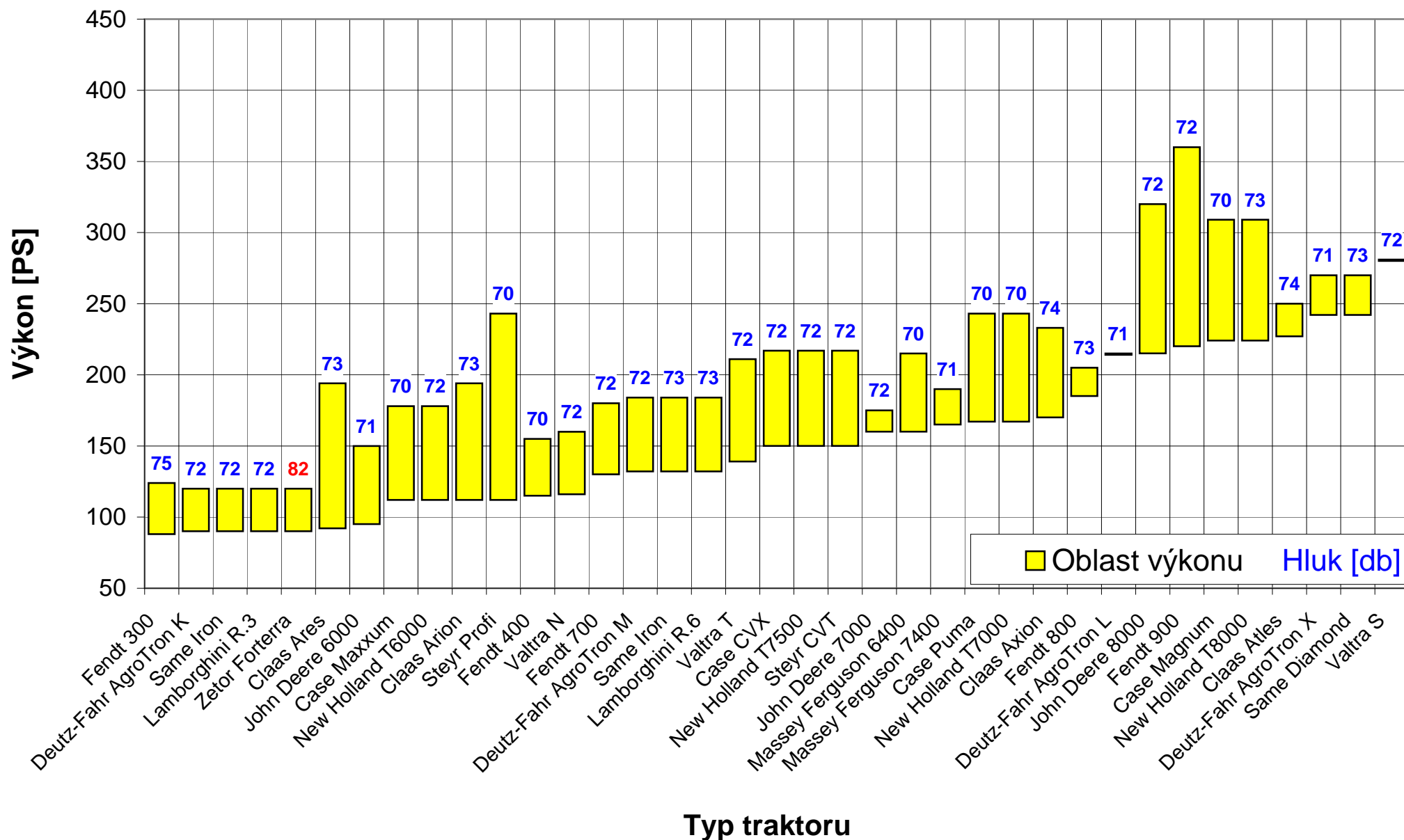
***Jiné zdroje***

- [12] Vlastní fotografie z veletrhu Techagro 2008, konaného 6.-10.4.2008, Brno.
- [13] Obrázky pořízené v programu Solid Works.
- [14] Agrics. *Maxxum power pack* [prezentace na CD-ROM]. Duben 2007.
- [15] Claas. *Arion 2007 cz* [prezentace na CD-ROM]. 31.12.2007.
- [16] Claas. *Axion 800 cz* [PDF na CD-ROM]. 31.5. 2007, 31.8.2007.
- [17] Claas. *Tlumení Z ACTIV* [PDF na CD-ROM]. 8.11.2007.
- [18] Deutz-Fahr. *Agrotron M 600 650 cz* [prezentace na CD-ROM]. 21.1.2008.
- [19] Fendt. *Odpružení* [textový soubor na CD-ROM]. 25.4.2008.

## **Seznam příloh**

**Příloha 1:** Porovnání traktorů podle výkonu od 100 PS v závislosti na hlučnosti

## Příloha 1: Porovnání traktorů podle výkonu od 100 PS v závislosti na hlučnosti



Zdroj: Traktory 2008: podrobná technická data . Profi Press, 2008. 58 s. Příloha časopisu Mechanizace zemědělství.